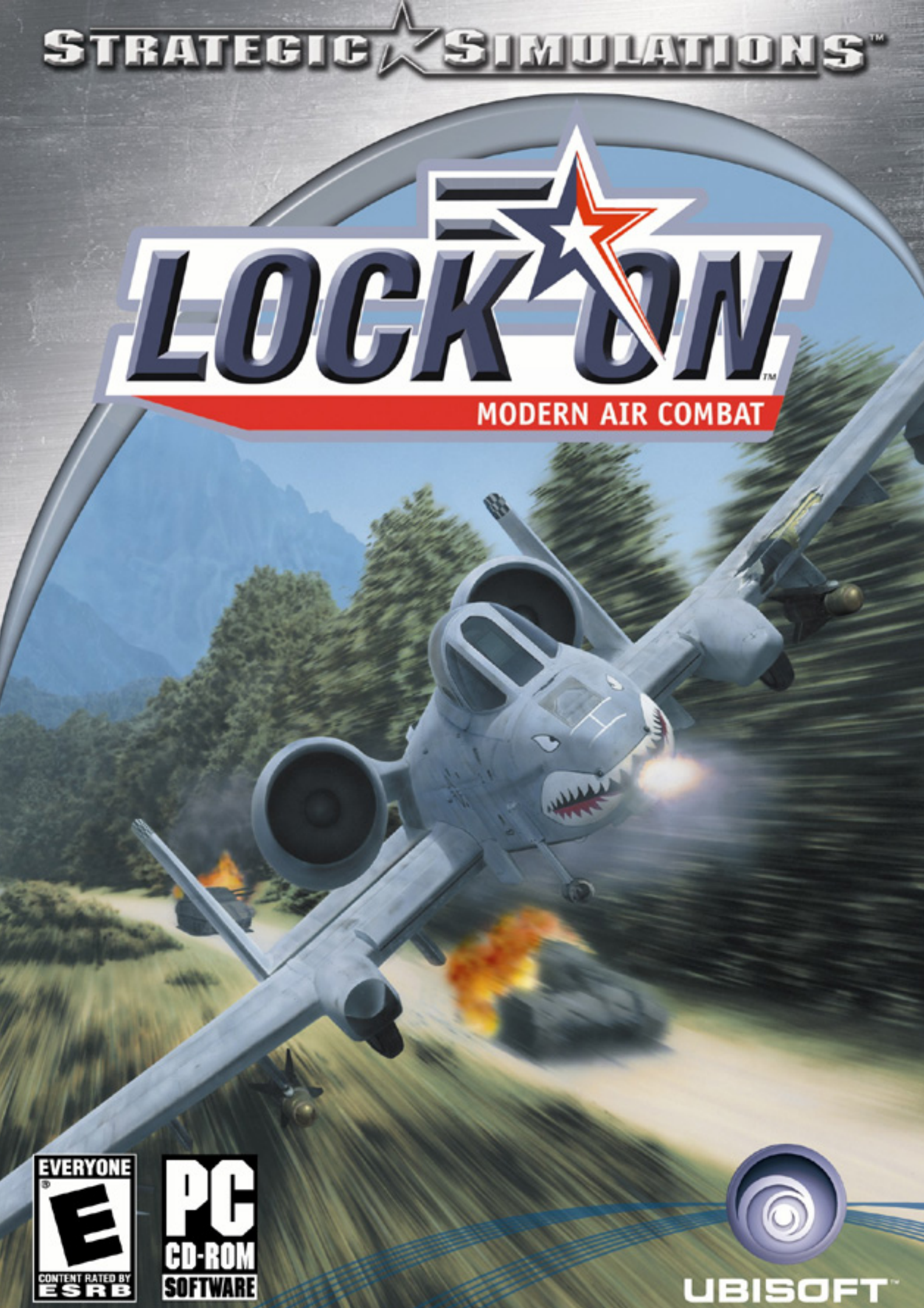
STRATEGIC SIMULATIONS™

LOCK ON™

MODERN AIR COMBAT



EVERYONE

E

CONTENT RATED BY ESRB

PC CD-ROM SOFTWARE

UBISOFT™

LO-MAC

Manual de referencia

© LO-MAC es Propiedad Intelectual de Ubi Soft, Inc.

Rev. 1.0

ÍNDICE

ÍNDICE 4

INTRODUCCIÓN A LOS AVIONES 6

1.1 F-15C Eagle 6

1.2 A-10A Thunderbolt II 7

1.3 Su-25 Frogfoot 8

1.4 Su-27 Flanker-B 8

1.5 Su-33 Flanker-D 9

1.6 MiG-29A Fulcrum-A y MiG-29S Fulcrum-C 10

CABINAS 12

2.1 Cabina del F-15C Eagle 12

2.2 Cabina del A-10A Thunderbolt II 19

2.3 Cabina del Su-25 Frogfoot 26

2.4 Cabina del Su-27 y Su-33 Flanker 34

2.5 Cabina del MiG-29 Fulcrum 39

MODOS DEL HUD 45

3.1 Modos del HUD del F-15C Eagle 45

3.2 Modos del HUD del A-10A 65

3.3 Modos del HUD del Su-27 y MiG-29 71

Introducción a la aviónica y sistemas de combate 71

Radar y Sistemas Electro-Ópticos 76

Combate Aire-Aire 79

3.4 Su-25: Modos del HUD 95

SENSORES 99

4.1 Modos de radar del F-15C Eagle 102

4.2 Sensores del Maverick en el A-10A 109

RECEPTOR DE ALERTA RADAR (RWR) 111

5.1 Aviones occidentales 111
5.2 Aviones rusos 115
MISILES AIRE-AIRE 119
6.1 Armas Aire-Aire de la OTAN 127
6.2 Armas Aire-Aire Rusas 131
ARMAS AIRE-TIERRA 139
7.1 Armamento Aire-Tierra de la OTAN 141
7.2 Armas Aire-Tierra Rusas 145
ESCUELA EN TIERRA 155
ESCUELA FUNDAMENTAL DE VUELO 161
PRINCIPIOS BÁSICOS DEL COMBATE AEREO 165
10.1 Visión general de Tácticas y Estrategias 165
10.2 Comprensión de las defensas enemigas 165
10.5 La Red de Defensa 172
10.6 Medidas contra las defensas aéreas enemigas 172
10.7 Evadir misiles 175
10.8 Tácticas aire-aire 180
USO DE LAS ARMAS 185
11.1 F-15C 185
11.2 A-10A 187
11.3 MiG-29A, MiG29S, Su-27 y Su-33 188
11.4 Su-25 190
COPYRIGHT 192
CRÉDITOS 192

INTRODUCCIÓN A LOS AVIONES

El viejo refrán que dice “zapatero a tus zapatos“ es perfectamente aplicable al combate aéreo. Los diferentes tipos de misiones aéreas, como pueden ser la superioridad aérea, el apoyo aéreo cercano, el bombardeo a larga distancia, etc. a menudo presentan requerimientos incompatibles. Un blindaje de cabina pesado que protege al piloto mientras se enfrenta con un asentamiento de AAA es claramente una desventaja en un combate dogfight. El éxito en el aire requiere de un conocimiento profundo de las ventajas y desventajas del avión. La siguiente sección describe cada uno de los aviones disponibles que encontrarás en Lock On: Modern Air Combat (LOMAC) y un resumen de su función principal.

1.1 F-15C EAGLE

El F-15C Eagle ha sido considerado como uno de los mejores cazas del mundo. Diseñado para contrarrestar la increíble capacidad del MiG-25 Foxbat soviético, el F-15C se ha convertido en la espina dorsal de la defensa aérea estadounidense durante tres décadas. El F-15C, equipado con aviónica y armas mejoradas con respecto al F-15A, ha sumado más de 100 victorias aire-aire al servicio de Israel, Arabia Saudita y los EE.UU. sin sufrir ninguna pérdida.

El F-15C está pensado para el combate más allá del alcance visual (*Beyond Visual Range* – BVR). Sin ser malo en dogfight, el punto fuerte del F-15C reside en su capacidad de encontrar objetivos, identificarlos y atacarlos si es necesario con sus misiles AIM-120 AMRAAM y AIM-7M Sparrow antes de que el enemigo pueda siquiera responder.

Sin embargo, la capacidad para el dogfight del Eagle es limitada. El misil AIM-9 Sidewinder, un misil fiable empleado desde la década de los 60, no tiene la capacidad de los más recientes misiles infrarrojos soviéticos. El Eagle debería buscar siempre un combate de alta velocidad en vez de un duelo a baja velocidad, especialmente contra adversarios más ágiles.

F-15C Eagle

Longitud: 63’ 9’’ (19,43 m).

Altura: 18’ 8’’ (5,69 m).

Envergadura: 42’ 10’’ (13,06 m).

Velocidad: Mach 2,5+ a nivel del mar (1.875 mph).

Techo de servicio: 65.000 pies (19.697 m).

Peso máximo de despegue: 68.000 lbs (30.600 kgs).

1.2 A-10A THUNDERBOLT II

Muy pocas fuentes llaman a este avión por su nombre, Thunderbolt II. Sin embargo, su apariencia poco usual le ha hecho ganarse el apelativo de Warthog, o simplemente Hog. Diseñado como plataforma para el apoyo aéreo cercano (*Close Air Support* – CAS) con el objetivo de plantar cara a la gran cantidad de carros de combate soviéticos presentes en Europa durante la Guerra Fría, el Hog está fuertemente blindado y es capaz de llevar una impresionante cantidad de armamento, incluido un mortífero cañón antitanque de 30 mm. Hubo intentos para retirar del servicio activo al A-10 tras el final de la Guerra Fría, pero su excelente rendimiento durante los conflictos de la Guerra del Golfo (1991) y la Operación Iraq Freedom (2003) lo han mantenido en primera línea de combate.

El A-10 fue pensado para volar bajo, usando el terreno para esconderse de los sistemas de defensa aérea enemigos (SAMs). Volar bajo sin embargo, coloca al avión al alcance de la artillería antiaérea (AAA). Consecuentemente el avión está fuertemente blindado, lo que incluye una "bañera" de titanio que protege al piloto. Cuando la amenaza de los SAMs es reducida, el A-10 vuela generalmente a altitud media, fuera del alcance de la AAA.

El A-10 es un avión subsónico que puede llevar una pareja de AIM-9 Sidewinder para su defensa, pero en cualquier caso deberá evitar siempre el enfrentamiento aire-aire. Por el contrario, la carga de armamento que puede llevar es impresionante. Cuando el A-10 es atacado por un caza enemigo, el piloto del Hog emplea su tremenda capacidad de giro para apuntar el morro (con su aterrador cañón de 30 mm) a su atacante. Cuando el enemigo hace su pasada, el A-10 debe extender y recuperar velocidad para volver a apuntar el cañón en la siguiente pasada del enemigo con un giro muy cerrado.

A-10A Thunderbolt II

Longitud: 53' 4'' (16,16 m).

Altura: 14' 8'' (4,42 m).

Envergadura: 57' 6'' (17,42 m).

Velocidad: Mach 0,56 (420 mph).

Techo de servicio: 45.000 pies (13.636 m).

Peso máximo de despegue: 51.000 lbs (22.950 kgs).

1.3 SU-25 FROGFOOT

El Su-25 Frogfoot tiene cierto parecido al A-10, ya que fue diseñado para las mismas misiones de apoyo aéreo cercano (CAS). El Su-25 fue diseñado para operar en las proximidades del frente de batalla desde pistas poco preparadas, además de ser capaz de llevar un kit con piezas de reserva, herramientas, generadores de potencia auxiliares, bombas para repostaje manual y otros elementos para su propio auto-despliegue. Puede llevar gran variedad de armamento, incluidos misiles antirradar, antipista y antitanque.

La cabina reforzada y el cristal blindado sirven de protección al piloto frente a la AAA y las armas de pequeño calibre que puedan suponer una amenaza a baja altitud. Volando bajo, el Su-25 es capaz de acechar al objetivo para luego subir, lanzar su armamento y volver a esconderse en el terreno. Se podría decir que el Frogfoot es el avión más capaz en cuanto a ataque aire-tierra del inventario ruso.

El Su-25 no está preparado para el combate aire-aire. Su primera defensa contra las patrullas enemigas es evitarlas. Cuando es atacado, el Su-25 puede operar a altitudes extremadamente bajas, lo que impide que el enemigo se lance desde arriba contra él. Usando las características del terreno, el piloto de Su-25 podría plantear una seria amenaza a cualquier atacante.

Su-25 Frogfoot

Longitud: 47’ 6’’ (14,6 m).

Altura: 15’ 9’’ (4,42 m).

Envergadura: 50’ 1’’ (15,6 m).

Velocidad: Mach 0,8 a nivel del mar.

Techo de servicio: 22.965 pies (7.000 m).

Peso máximo de despegue: 38.800 lbs (17.600 kgs).

1.4 SU-27 FLANKER-B

El Su-27 Flanker y sus derivados son unos de los más cazas más impresionantes y capaces del mundo, diseñados para superar al popular F-15. Nacido a finales de la Guerra Fría, el Flanker no ha tenido una vida fácil. El diseño inicial adolecía de numerosos problemas. La ruptura de la Unión Soviética detuvo el desarrollo del

Flanker, negándole la oportunidad de demostrar que era el mejor caza del mundo.

El Su-27 está hecho a medida para el combate aire-aire, no para aire-tierra. Armado con misiles R-27 (AA-10 Álamo), el Flanker tiene una increíble capacidad BVR. Por si fuera poco, el sistema de mira integrado en el casco junto con la gran capacidad del R-73 (AA-11 Archer) para ser apuntado fuera del eje, unido a la potencia e increíble capacidad de giro del Su-27, convierte a éste en una mortífera arma en combate. Finalmente, la gran capacidad de combustible de sus depósitos le permite permanecer en el aire cuando sus enemigos ya están de vuelta a la base. Puede cargar hasta 10 misiles aire-aire, lo que le confiere una gran "pegada".

Los detractores del Su-27 critican su aviónica, su cabina, su limitada capacidad para seguir múltiples blancos, su gran dependencia del CGI y la gran carga de trabajo que sufre el piloto. Sin embargo, su sistema electro-óptico (EOS) le permite encontrar y atacar blancos sin que su víctima reciba aviso alguno. El debate sigue en cuanto a que si las maniobras de alto ángulo de ataque (AoA) (como la famosa "Cobra") son útiles en combate o es una bonita acrobacia para deleite del público en los espectáculos aéreos.

Su-27 Flanker-B

Longitud: 69' (21 m).

Altura: 19' 5''.

Envergadura: 47' 6'' (14,5 m).

Velocidad: Mach 2,35 a nivel del mar.

Techo de servicio: 18.000 m.

Peso máximo de despegue: 30.000 Kg.

1.5 SU-33 FLANKER-D

Originalmente denominado Su-27K, este derivado del Su-27 está específicamente diseñado para operar desde los portaaviones soviéticos. Equipado con canards para mejorar el rendimiento en aterrizajes y despegues, el primer Su-27K hizo su vuelo inaugural en 1985. El cono de cola fue reducido para evitar el riesgo de colisión durante los aterrizajes en portaaviones, lo que redujo el espacio disponible para alojar las contramedidas (dispensadores de cintas metálicas y bengalas). De todas formas, el Su-27 está ideado para el combate aire-aire,

mientras que el Su-33 es multitarea, requisito necesario para operar desde portaaviones. El Su-33 mantiene la aviónica y la cabina del Su-27 básico.

Su-33 Flanker-D

Longitud: 21,94 m.

Altura: 5,93 m.

Envergadura: 14,70 m.

Velocidad: Mach 2,17+ a nivel del mar.

Techo de servicio: 17.000 m.

Peso máximo de despegue: 30.000 Kg.

1.6 MIG-29A FULCRUM-A Y MIG-29S FULCRUM-C

Algunos observadores occidentales llegaron a la errónea conclusión de que el Su-27 y el MiG-29 nacieron del mismo diseño, copiado del F/A-18 de US Navy. De hecho, el Su-27 y el MiG-29 guardan cierta semejanza y algunos observadores no son capaces de distinguirlos, a pesar de que el MiG-29 es bastante más pequeño que el Su-27. Ambos equipos de desarrollo, tanto el del MiG como el del Su, trabajaron con los mismos datos y llegaron a soluciones de diseño similares. El MiG-29 ha sido exportado en mayores cantidades que el Su-27, sirviendo en numerosas fuerzas aéreas del ex-Pacto de Varsovia, algunas de las cuales han acabado en el seno de la OTAN (compartiendo sus MiG-29 de fabricación rusa con ellos).

El MiG-29 compartía originalmente muchos aspectos de la aviónica del Su-27 (incluyendo el radar, el EOS y el sistema de mira integrado en el casco), pero fue diseñado con la intención de ser un caza de corto alcance, no un interceptor. El EOS permite al Fulcrum buscar, seguir y atacar blancos sin emitir ninguna señal de radar. Al ser más pequeño no puede llevar tantos misiles como el Su-27, pero su alta maniobrabilidad unida a la capacidad de los misiles R-73 (AA-11 Archer), lo hace un caza mortal en dogfight. El escenario preferido para el MiG-29 es el combate cerrado a baja velocidad, ya que su superior maniobrabilidad a baja velocidad le permite superar a cualquier adversario. El nuevo MiG-29S incluye el misil de alcance medio R-77 (AA-12 Adder) y un sistema de contramedidas electrónicas interno.

Al igual que con el Su-27, sus detractores critican su escasa aviónica y su pobre diseño de cabina, punto débil del MiG-29A. Sin embargo, la última versión del

Fulcrum, el MiG-29S Fulcrum-C, incorpora numerosas mejoras, incluyendo mejores contramedidas de defensa y capacidad de fuel incrementada. Lamentablemente, el MiG-29 requiere una cantidad significativa de mantenimiento, especialmente los motores. Los MiG-29A alemanes (heredados de extinta Alemania Oriental) han reducido la capacidad de sus motores para intentar alargar su vida. Obtener piezas de recambio sigue siendo una de las mayores preocupaciones para los usuarios del Fulcrum.

En LOMAC, la Fuerza Aérea Rusa emplea las variantes A y S del Fulcrum, mientras que la OTAN emplea los MiG-29A alemanes.

MiG-29A Fulcrum

Longitud: 56’ 1’’.

Altura: 15’ 6’’.

Envergadura: 36’ 5’’.

Velocidad: Mach 2,3 a nivel del mar.

Techo de servicio: 18.400 m.

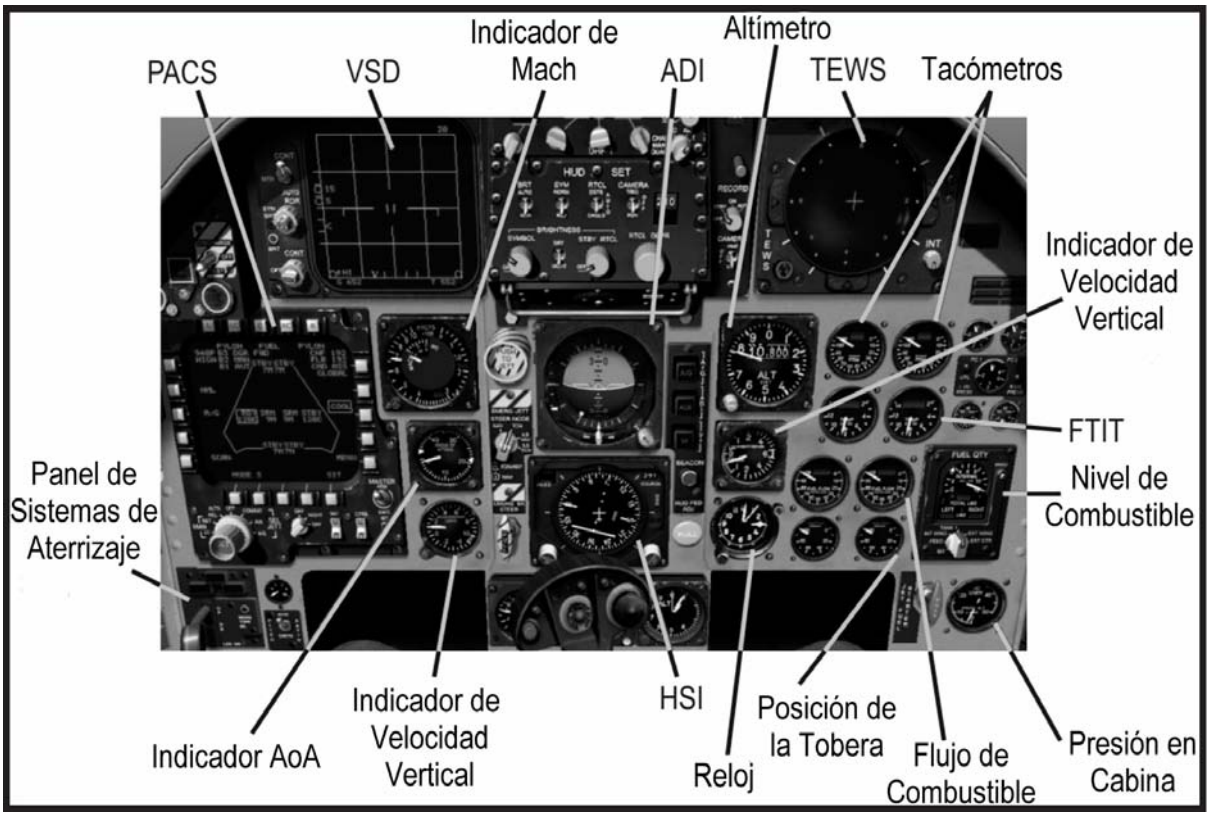
Peso máximo de despegue: 40.785 lbs.

CABINAS

La cabina de cada avión está diseñada acorde con la función del mismo. Sin embargo, todas las cabinas comparten ciertos instrumentos, como el indicador de velocidad, el indicador de actitud, los indicadores de los motores, etc. La filosofía en el diseño de cabinas ha cambiado drásticamente a lo largo de los años. Además, los diseñadores de uno y otro bando han empleado soluciones distintas para problemas iguales. Como resultado, las cabinas varían enormemente de un avión a otro.

En este capítulo, se examinará cada una de las cabinas de cada avión, así como su instrumental. Necesitarás familiarizarte con la cabina de cada avión antes de volar en él.

2.1 CABINA DEL F-15C EAGLE



Aunque el F-15C Eagle dispone de una capacidad aire-tierra mínima, es estrictamente un caza de superioridad aérea. Consecuentemente, su cabina está construida en torno a la pantalla de radar y al sistema de alerta de amenazas, situado justo debajo del HUD. La parte inferior del panel de instrumentos se centra en la actitud del avión, motores y gestión de carga.

2.1.1 Pantalla de Situación Vertical (*Vertical Situation Display* – VSD)

La Pantalla de Situación Vertical (VSD), más comúnmente conocida como "pantalla de radar", está situada en la esquina superior izquierda del panel. El VSD muestra una vista de arriba-abajo del espacio aéreo existente por delante del avión, señalando cualquier objeto aéreo detectado por el radar. En el Capítulo 4: **Sensores** encontrarás más información acerca del manejo del radar y la simbología del VSD.

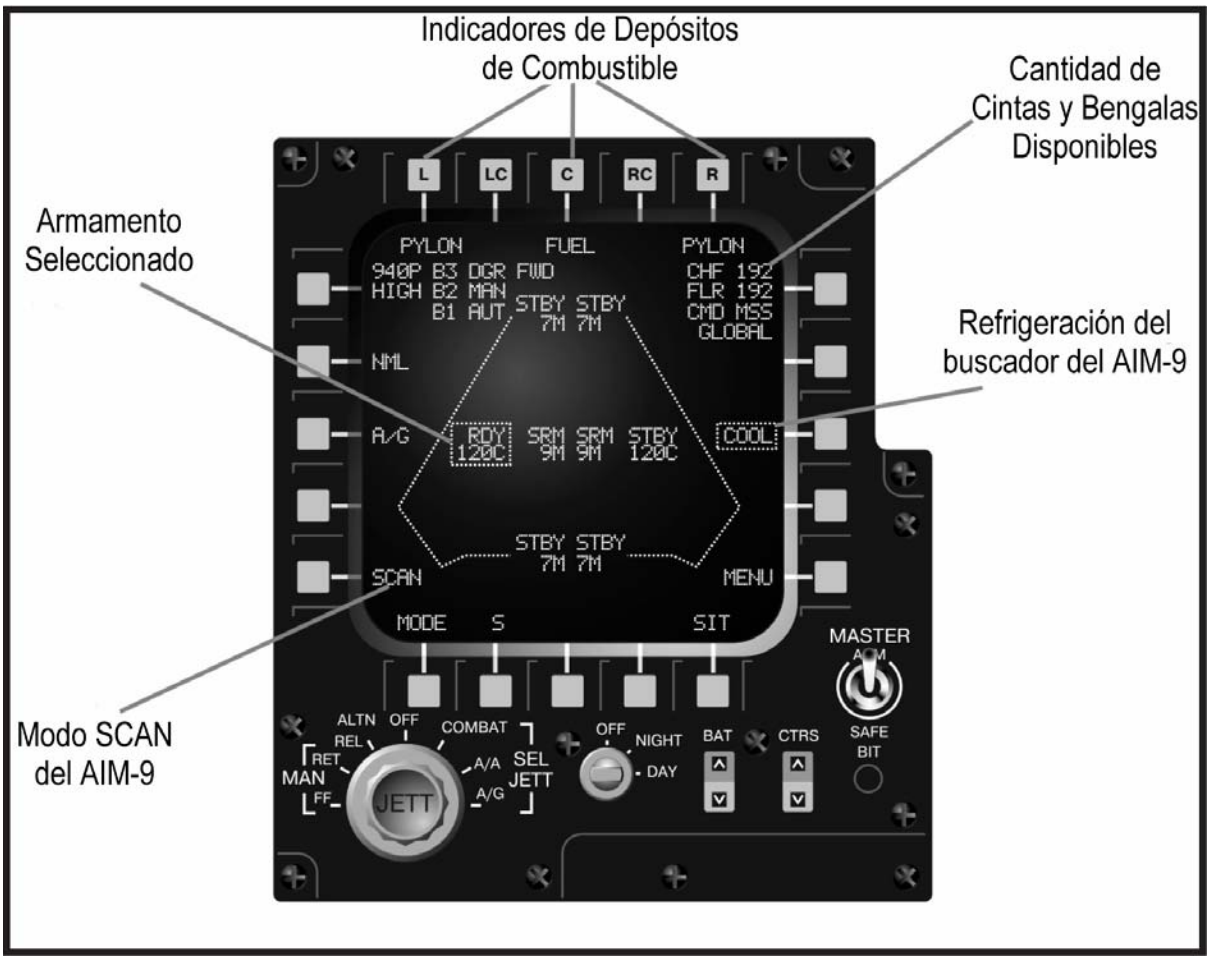
2.1.2 Sistema Táctico de Guerra Electrónica (*Tactical Electronic Warfare System* – TEWS)

El TEWS está situado en la esquina superior derecha del panel de instrumentos. Detecta las emisiones de radar (de otras aeronaves, SAMs, etc.). Procesa la información que recibe y la muestra en pantalla en la dirección de procedencia y según una simbología. En el Capítulo 5: **Receptor de Alerta de Radar** encontrarás más detalles sobre su uso y simbología.

2.1.3 Sistema Programable de Control de Armamento (*Programmable Armament Control System* – PACS)

El PACS está localizado en la esquina inferior izquierda del panel de instrumentos. Es una pantalla multifunción que permite la gestión de la carga (combustible, armas, contramedidas, etc.).

En la parte superior del PACS se muestran los depósitos externos de fuel cargados. Las posiciones L, C y R indica el estado de los depósitos izquierdo, central y derecho respectivamente. Cuando hay un depósito de combustible cargado aparece la palabra FUEL bajo el indicador del punto de carga. Cuando no hay un depósito cargado aparece la palabra PYLON.



En el lateral izquierdo del PACS se muestran dos indicadores. El botón superior muestra la cadencia del cañón de 20 mm. HIGH indica 6.000 disparos por minuto, mientras que LOW indica 4.000 disparos por minuto. El número que aparece debajo de esta etiqueta indica la cantidad de munición que queda en el avión. Cuando se dispara, se decrementa la cantidad en 10 unidades.

El indicador SCAN en la esquina inferior izquierda aparece resaltado en un cuadrado cuando hay un misil AIM-9 seleccionado y funcionando en modo SCAN.

La parte derecha del PACS muestra información referente a las contramedidas. Las etiquetas CHF y FLR indican la cantidad de cintas metálicas y bengalas que quedan respectivamente. El F-15C puede llevar hasta 120 cartuchos de cintas metálicas y 60 bengalas.

El indicador COOL indica el estado actual del arma seleccionada. Con el *Master Arm* en posición ARM, la etiqueta COOL se muestra dentro de un cuadrado que indica que el misil está listo para ser disparado. La caja desaparece cuando el *Master Arm* se pasa a SAFE.

En el centro del PACS se muestra todo el armamento cargado y su estado. Hay 8 puntos de carga: 4 en el fuselaje y 2 en cada ala. Los misiles aire-aire aparecen divididos en dos categorías: la familia de los AIM-9, clasificados como *Short Range Missiles* (SRM - Misiles de Corto Alcance) y la familia de los AIM-7 y AIM-120 clasificados como *Medium Range Missiles* (MRM - Misiles de Alcance Medio). El estado de cada punto de carga se muestra en dos líneas dependiendo del tipo de arma cargada:

- Cuando el arma seleccionada es un MRM: aparece la etiqueta RDY sobre el arma seleccionada, mientras que sobre el resto de misiles MRM aparece la etiqueta STBY. Sobre los misiles de corto alcance aparece la etiqueta SRM.
- Cuando el arma seleccionada es un SRM: aparece la etiqueta RDY sobre el arma seleccionada, mientras que sobre el resto de misiles SRM aparece la etiqueta STBY. Sobre los misiles de alcance medio aparece la etiqueta MRM.

La siguiente tabla muestra las abreviaturas empleadas para cada tipo de misiles:

Abreviatura	**Misil**	**Rango**
7M	AIM-7M Sparrow	MRM
120B	AIM-120B AMRAAM	MRM
9M	AIM-9M Sidewinder	SRM

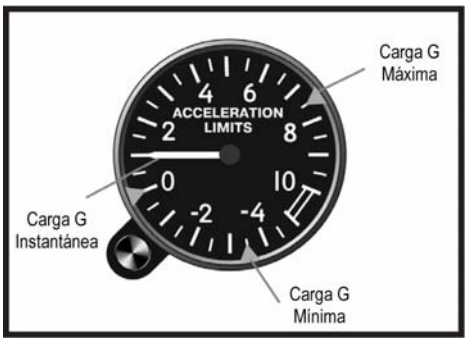
2.1.4 Indicador de velocidad y mach

Situado al lado del PACS, el indicador de velocidad y Mach muestra la Velocidad calibrada (CAS - Calibrated *Airspeed*) y el número de Mach. La escala de velocidad del aire fija, graduada de 50 a 1.000 nudos, y la escala rotatoria de número de Mach, sincronizada con la altitud para mostrar la medida correcta, permite ver ambas medidas en un mismo lugar. El número de Mach se muestra a partir de los 200 nudos.

2.1.5 Indicador AOA

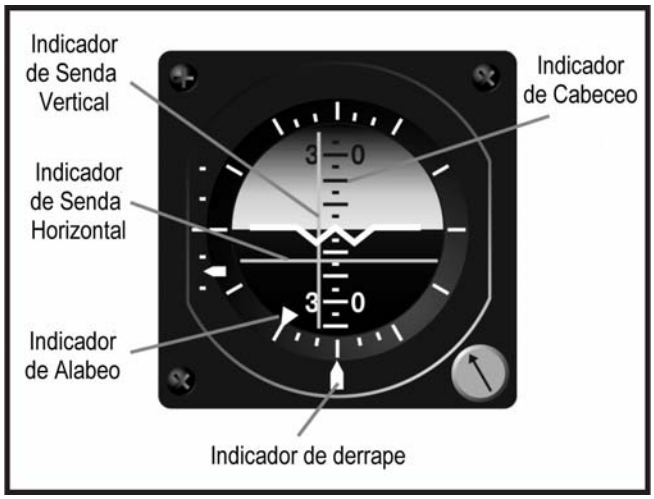
Situado debajo del indicador de velocidad, el indicador de AOA muestra el Ángulo de Ataque actual en unidades que van desde 0 a 45. Las unidades están calibradas en base a la envolvente de vuelo del F-15C por lo que una unidad no equivale a un grado (º). En el indicador hay una marca que señala el AOA adecuado para el aterrizaje (entre 20 y 22 unidades).

2.1.6 Acelerómetro



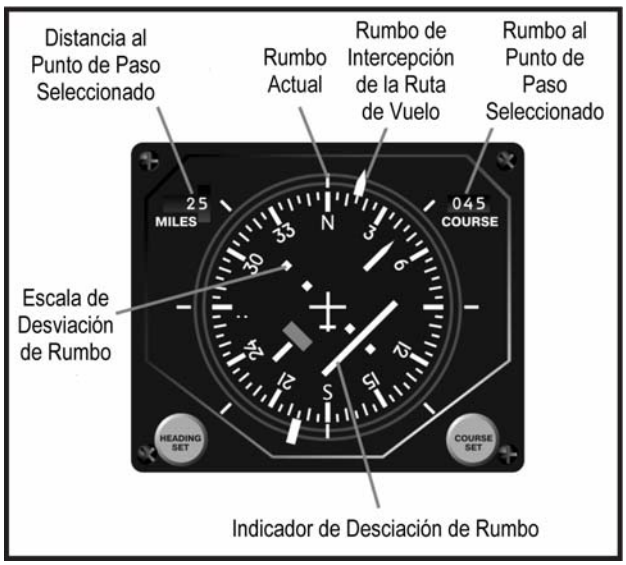
El acelerómetro muestra la carga instantánea de Gs, tanto negativas como positivas. Las marcas muestran la carga G máxima y mínima que el avión es capaz de soportar de forma segura. Este indicador de Gs es independiente y menos preciso que el indicador de Gs mostrado en el HUD.

2.1.7 Indicador Director de Actitud (ADI)



El Indicador Director de Actitud (ADI) domina el panel central de instrumentos. La esfera rotatoria de actitud muestra el ángulo de cabeceo y alabeo del avión. Las marcas de cabeceo están graduadas en incrementos de 5º, mientras que las marcas de alabeo están graduadas en incrementos de 10º. Durante un aterrizaje empleando el Sistema de Aterrizaje Instrumental (ILS), las barras que muestran la situación de la senda correcta de aproximación aparecen en el ADI. El indicador de derrape está situado debajo del ADI. Cuando la bola no esté centrada aplica el timón en la dirección de la bola para centrarla.

2.1.8 Indicador de Situación Horizontal (HSI)



El Indicador de Situación Horizontal (HSI) muestra una vista horizontal, de arriba a abajo del avión sobre un compás. El compás gira en torno al avión de forma que el rumbo actual aparece siempre en la parte superior. La flecha exterior que aparece sobre el compás muestra la dirección en la que se encuentra el punto de paso seleccionado.

El centro de la flecha, que puede desplazarse a la izquierda o a la derecha de la dirección de la misma, indica el desvío relativo entre la ruta que sigue el avión y la ruta que debería seguir (línea recta que une dos puntos de paso consecutivos). Durante un aterrizaje instrumental (empleando el ILS) la barra indica el desplazamiento con respecto a la baliza de localización. Fíjate en que el indicador de desviación de curso y la barra vertical del ILS se mueven en direcciones opuestas.

El rumbo actual se muestra en formato numérico en la esquina superior derecha del instrumento, mientras que la distancia al punto de paso seleccionado se muestra en la esquina superior izquierda medida en millas náuticas.

2.1.9 Altímetro

El Altímetro muestra la altitud sobre el nivel del mar (MSL) en incrementos de 20 pies. Consiste en un indicador numérico en el centro que marca las centenas de pies de altitud, junto con un indicador de tipo reloj alrededor que marca las decenas y unidades de pies de altitud.

2.1.10 Indicador de Velocidad Vertical (VVI)

El Indicador de Velocidad Vertical (VVI) indica la velocidad con la que el avión asciende o desciende en miles de pies por minuto. El indicador gira en el sentido de las agujas del reloj cuando el avión asciende y en sentido contrario a las agujas del reloj cuando desciende.

2.1.11 Tacómetros de los motores

Este par de instrumentos indica la velocidad de cada motor en % de sus RPM máximas. La zona roja indica la postcombustión.

2.1.12 Indicadores de Temperatura de los motores (FTIT)

Situados debajo de los tacómetros de los motores, este par de instrumentos combina un indicador numérico y uno analógico. La temperatura se muestra en incrementos de 10ºC. La zona roja indica una temperatura excesiva.

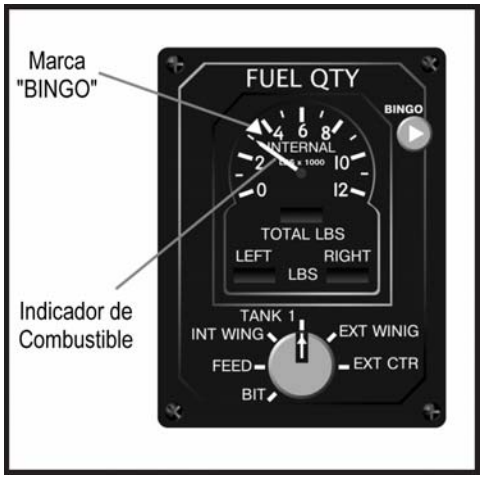
2.1.13 Indicadores de Flujo de Combustible

Este par de instrumentos informa sobre el flujo de combustible (incluyendo la postcombustión) de cada motor. El flujo de combustible se mide en libras por hora.

2.1.14 Indicador de Posición de las Toberas

Están situados en la esquina inferior derecha del panel principal de instrumentos. Indica el % de apertura en las salidas de gases de los motores.

2.1.15 Indicador de Cantidad de Combustible



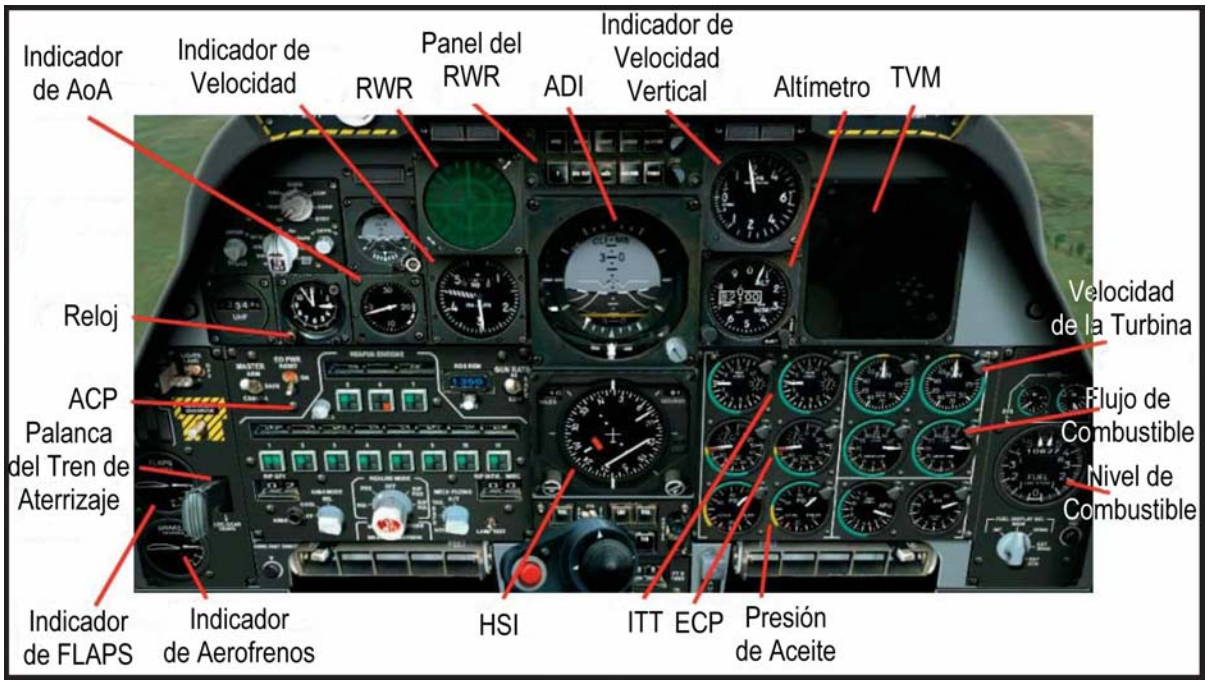
Refleja la cantidad de fuel que queda tanto en los depósitos externos como internos. La aguja central muestra la cantidad de combustible presente en los depósitos internos expresada en miles de libras. Las tres cifras numéricas muestran la cantidad de combustible total que queda (tanto interno como externo), el combustible que queda en el depósito de combustible externo derecho y el fuel que queda en el depósito de combustible izquierdo, respectivamente. Estas tres cifras muestran la cantidad en libras.

2.1.16 Indicador de Presión en Cabina

Indica la "altitud" dentro de la cabina basándose en la presión de aire existente en el interior. En caso de fallo estructural del avión la cabina puede sufrir una pérdida de presión, provocando el aumento de "altitud" en el interior de la cabina. Si la altitud de la cabina supera los 10.000 pies desciende inmediatamente.

2.2 CABINA DEL A-10A THUNDERBOLT II

Diseñado específicamente para misiones de ataque a tierra CAS, el A-10A no está dotado de radar aire-tierra ni de otros sistemas electrónicos avanzados presentes en otros aviones. Su cabina es muy simple, dominada por la presencia de los instrumentos de navegación y de los motores principalmente. La única pantalla presente en la cabina muestra únicamente las imágenes generadas por los sensores del AGM-65 Maverick.

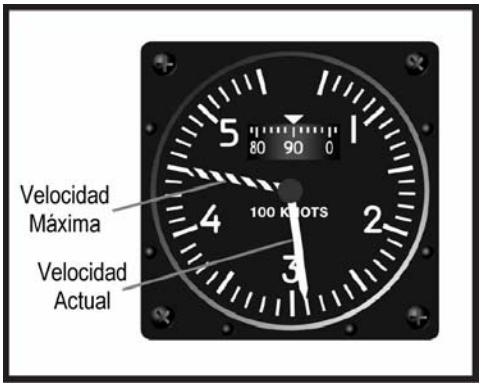


2.2.1 Monitor TV

El monitor de TV (TVM) muestra las imágenes provenientes de los sensores del misil aire-tierra AGM-65 Maverick. En el Capítulo 4: **Sensores** encontrarás más información sobre su uso y simbología.

2.2.2 Receptor de Alerta Radar (RWR)

Se compone de dos instrumentos: por un lado el RWR, localizado en la parte derecha del panel de instrumentos y que se encarga de detectar la presencia y dirección de emisiones de radar (de otros aviones, SAMs, etc.) así como el tipo de emisión, y por otro, el Indicador de Control del RWR, situado justo debajo del HUD, que se encarga de proporcionar información adicional sobre las fuentes de emisión de radar. Encontrarás información ampliada sobre su uso y simbología en el Capítulo 5: **Receptor de Alerta de Radar**.



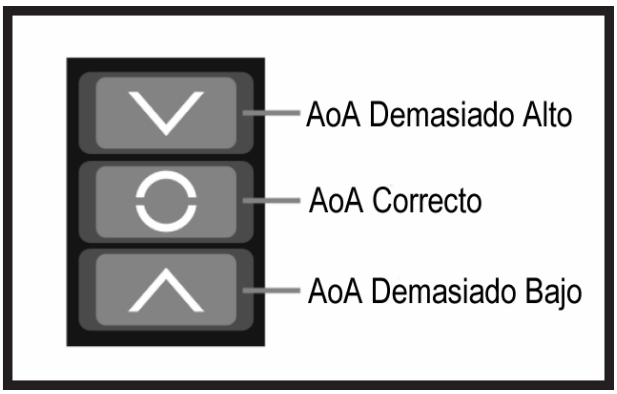
2.2.3 Indicador de Velocidad

Situado justo debajo del RWR, el Indicador de Velocidad muestra la velocidad calibrada (CAS) en un rango de 50 a 500 nudos y que puede variar con respecto a la que aparece en el HUD unos 4 nudos. La aguja rayada indica la velocidad límite de la estructura.

2.2.4 Indicador AOA

Situado a la izquierda del Indicador de Velocidad, el Indicador de AoA muestra el ángulo de ataque actual expresado en unidades de 0 a 30. Las unidades están calibradas en base a la envolvente de vuelo normal de un A-10A. Una unidad no equivale a un grado (º). El AoA óptimo para el aterrizaje está indicado por unas marcas en torno a las 20 unidades.

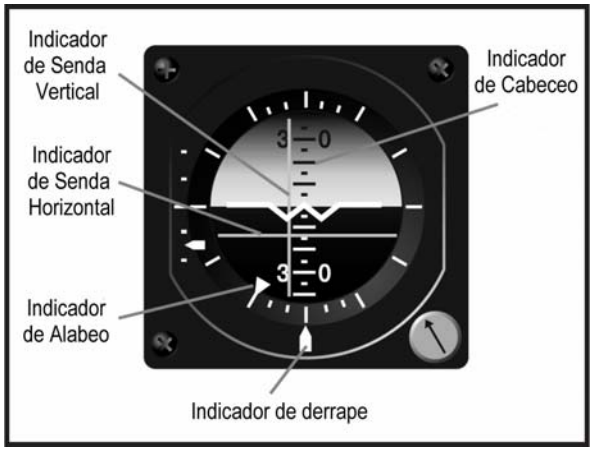
2.2.5 Indicador de AoA Óptimo



El Indicador de AoA Óptimo está situado a la izquierda del HUD. Presenta tres referencias que muestran el AoA con respecto al AOA óptimo para el aterrizaje. Cuando la luz superior se ilumina, el AoA es demasiado alto o la velocidad demasiado baja. Cuando la luz inferior se enciende, el AoA es demasiado bajo o la velocidad demasiado alta. Los errores intermedios se muestran con una combinación de iluminación de la luz central con cualquiera de los extremos. Si sólo se enciende la luz central es que el AoA es el correcto.

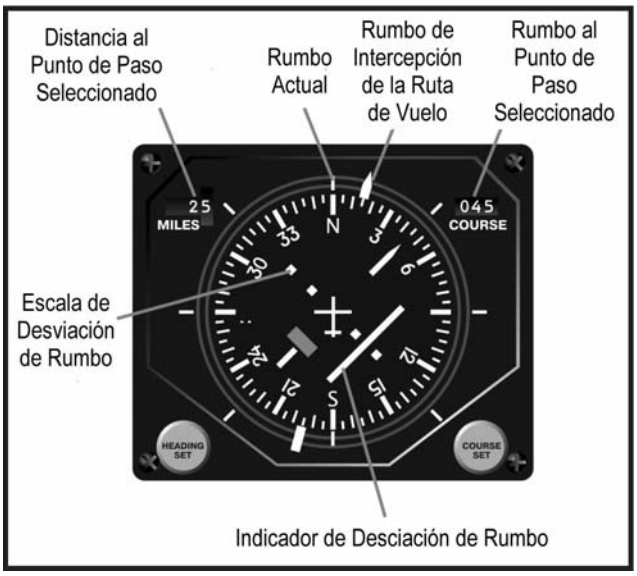
2.2.6 Indicador Director de Actitud (ADI)

El Indicador Director de Actitud (ADI) domina el panel central de instrumentos. La esfera rotatoria de actitud muestra el ángulo de cabeceo y alabeo del avión. Las marcas de cabeceo están graduadas en incrementos de 5º, mientras que las marcas de alabeo están graduadas en incrementos de 10º. Durante un aterrizaje empleando el Sistema de Aterrizaje Instrumental (ILS), aparecen en el ADI las barras que muestran la situación de la senda correcta de aproximación. El indicador de derrape aparece debajo del ADI. Cuando la bola no esté centrada aplica el timón en la dirección apropiada para centrarla.



2.2.7 Indicador de Situación Horizontal (HSI)

El Indicador de Situación Horizontal (HSI) proporciona una vista horizontal, de arriba a abajo, del avión sobre un compás. El compás gira en torno al avión de forma que el rumbo actual aparece siempre en la parte superior. La flecha exterior que aparece sobre el compás muestra la dirección en la que se encuentra el punto de paso seleccionado.



El centro de la flecha, que puede desplazarse a la izquierda o a la derecha de la dirección de la misma, indica el desvío relativo entre la ruta que sigue el avión y la ruta que debería seguir (línea recta que une dos puntos de paso consecutivos). Durante un aterrizaje instrumental (empleando el ILS), la barra indica el desplazamiento con respecto a la baliza de localización. Fíjate en que el indicador de desviación de curso y la barra vertical del ILS se mueven en direcciones opuestas.

El rumbo actual se muestra en formato numérico en la esquina superior derecha del instrumento, mientras que la distancia al punto de paso seleccionado se muestra en la esquina superior izquierda medida en millas náuticas.

2.2.8 Altímetro

El Altímetro refleja la altitud sobre el nivel del mar (MSL) en incrementos de 20 pies. Consiste en un indicador numérico en el centro, que marca las centenas de pies de altitud, junto con un indicador de tipo reloj alrededor que marca las decenas y unidades de pies de altitud.

2.2.9 Indicador de Velocidad Vertical (VVI)

El Indicador de Velocidad Vertical (VVI) refleja la velocidad con la que el avión asciende o desciende en miles de pies por minuto. El indicador gira en el sentido de las agujas del reloj cuando el avión asciende y en sentido contrario a las agujas del reloj cuando desciende.

2.2.10 Acelerómetro

El acelerómetro muestra la carga instantánea de Gs, tanto negativas como positivas. Las marcas muestran la carga G máxima y mínima que el avión es capaz de soportar de forma segura.

2.2.11 Indicadores de Temperatura de las Turbinas (ITT)

Este par de instrumentos miden la diferencia de temperatura entre las secciones de alta y baja presión de las turbinas, expresada en ºC.

2.2.12 Indicador de Velocidad del Núcleo del Motor

Esta pareja de instrumentos indica la velocidad del núcleo del motor expresada en forma de % para ambos motores.

2.2.13 Indicador de Presión de Aceite en el Motor

Este par de instrumentos miden la presión de aceite en el motor en PSI. Si la presión cae por debajo de 275psi se encenderá la luz de precaución de presión de aceite.

2.2.14 Indicador de Velocidad de la Turbina

Este par de instrumentos indican la velocidad del motor como % del máximo de RPM que pueden alcanzar los motores. La velocidad de la turbina es el principal indicador de la potencia que están generando los motores TF-34 del A-10A.

> La velocidad de la turbina es la mejor indicación sobre la potencia que está generando el A-10A.

2.2.15 Indicadores de Flujo de Combustible

Estos indicadores miden el flujo de combustible de cada motor. El flujo se mide en libras por minuto.

2.2.16 Indicador de Flaps

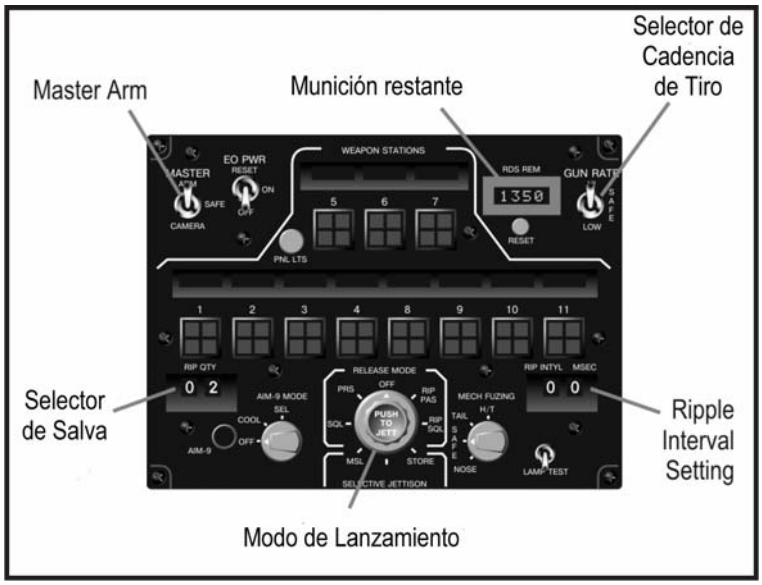
Muestra la posición actual de los flaps.

2.2.17 Indicador de Aerofrenos

Informa sobre la posición actual de los aerofrenos.

2.2.18 Indicador de Cantidad de Combustible

Este indicador refleja la cantidad de combustible que queda en los depósitos de combustible. La lectura digital indica la cantidad de combustible presente en los depósitos internos. Las flechas indican la cantidad de combustible presente en los depósitos derecho e izquierdo del avión.



2.2.19 Panel de Control de Armamento

El panel de control de armamento se sitúa en la parte izquierda inferior del panel de instrumentos, mostrando la cantidad y estado del armamento presente en cada uno de los once puntos de anclaje de armamento presentes en el A-10A. Cada punto

está representado por un cuadrado con cuatro luces.

Las dos luces superiores indican la cantidad de armas presentes (incluido el módulo de interferencias electrónicas) en ese punto. Si las dos luces están en verde es que hay dos o más armas cargadas en ese punto. Si sólo hay una luz verde es que sólo hay un arma cargada en ese punto. Cuando ya no quedan más armas, las luces superiores se apagan y se enciende una de las luces inferiores, en color rojo. La luz verde en la fila inferior de luces indica el punto que está activo o seleccionado.

2.2.20 Indicador de Salva

El Indicador de Salva muestra la cantidad de bombas que serán lanzadas en un lanzamiento.

> Soltar varias bombas de manera automática con una simple pulsación del botón de disparo se conoce con el nombre de salva.

2.2.21 Indicador de Intervalo de Salva

Este indicador controla el tiempo que trascurre entre cada lanzamiento de cada bomba que compone una salva. Por ejemplo, si este indicador marca 50, significa que pasarán 500 milisegundos entre la suelta de una bomba y la siguiente.

2.2.22 Selector de Cadencia de Tiro del Cañón

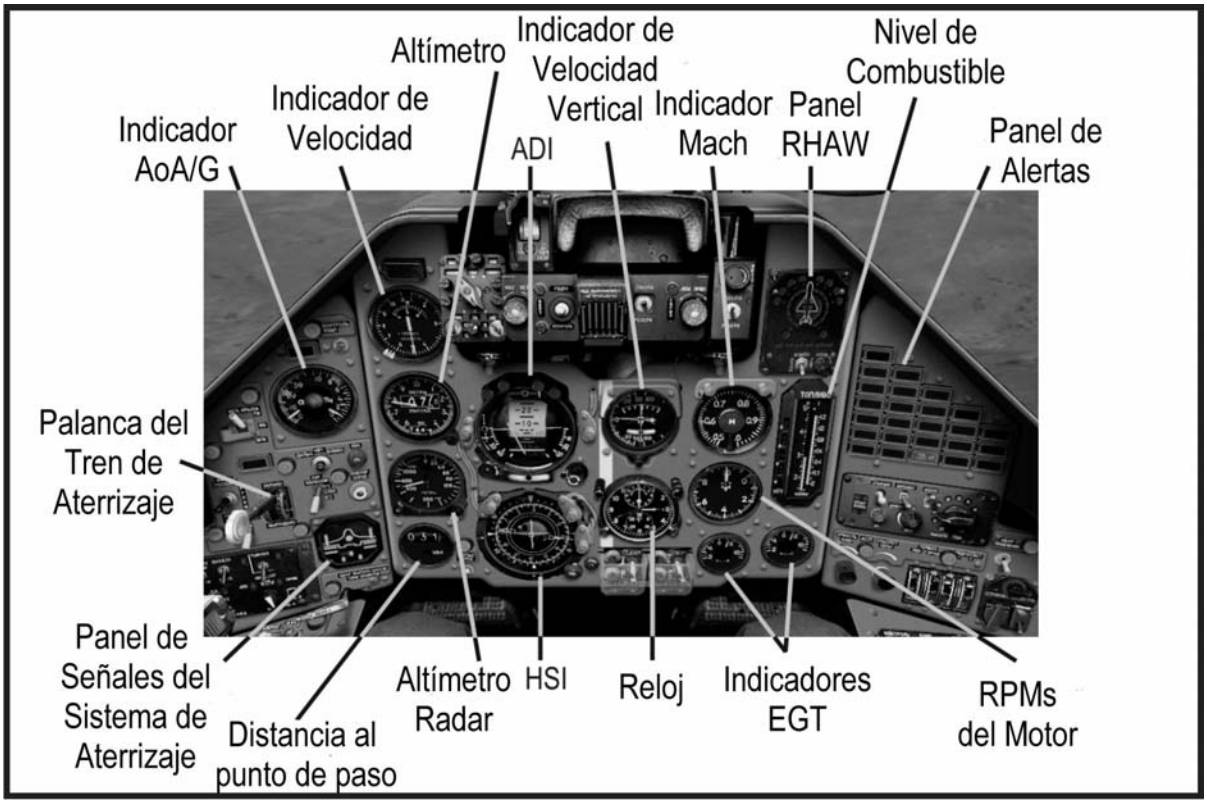
Este selector permite cambiar entre una cadencia de tiro *High* (Alta – 60 disparos por minuto) o *Low* (Baja – 30 disparos por minuto) del cañón de 30 mm.

2.2.23 Selector *Master Arm*

El selector *Master Arm* habilita (ARM) o deshabilita (SAFE) el sistema de armas. El selector debería estar en modo SAFE durante las operaciones de despegue, aterrizaje y navegación en territorio amigo. Cámbialo a ARM cuando cruces a territorio hostil.

2.3 CABINA DEL SU-25 FROGFOOT

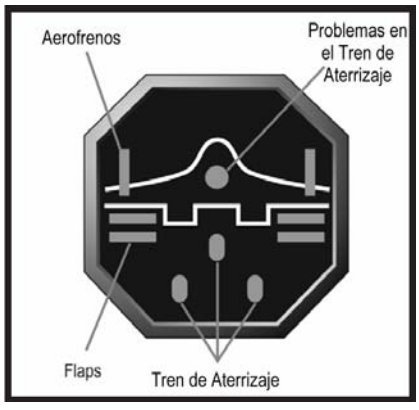
La cabina del Su-25 es relativamente simple, con gran cantidad de instrumentos analógicos. Además, muchos de los indicadores son análogos (o muy similares) a los presentes en las cabinas del MiG-29 o del Su-27.



2.3.1 Indicador de Velocidad Indicada (IAS)

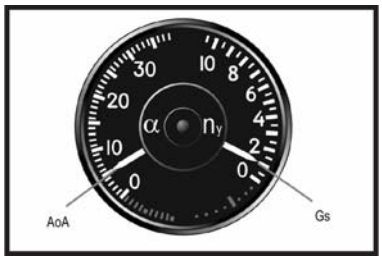
Como su propio nombre indica muestra la velocidad IAS, en un rango que va de 0 a 800 Km/h.

2.3.2 Panel de Señales del Sistema de Aterrizaje



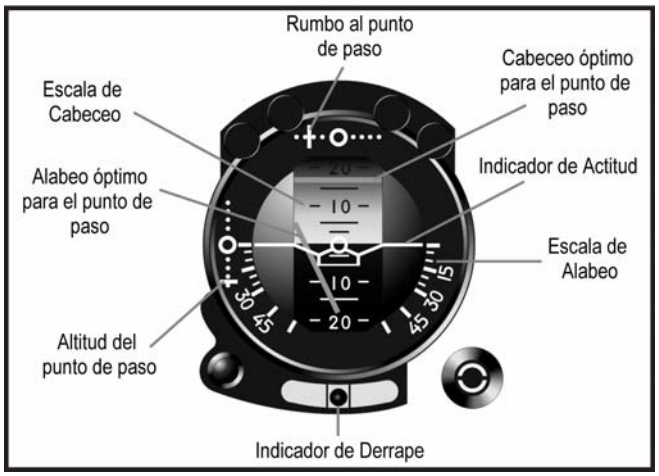
Informa sobre el estado del tren de aterrizaje, flaps, LEFs y aerofrenos. La luz roja del centro se enciende cuando alguna de las ruedas del tren de aterrizaje no está situada correctamente (completamente recogida o completamente desplegada). La luz intermitente indica que hay algo que ha fallado, por ejemplo una rueda recogida cuando se supone que el tren está desplegado o un LEF desplegado cuando debería estar recogido.

2.3.3 Indicador Combinado AoA/G



El Indicador Combinado AoA/G muestra simultáneamente el ángulo de ataque del avión y la carga G que a la que está sometido en ese preciso instante. El puntero de la izquierda muestra el AoA en grados (º) y el de la derecha muestra la carga G a la que está sometida el avión en ese preciso instante.

2.3.4 Indicador de Actitud (ADI)



El ADI muestra simultáneamente la actitud de vuelo e información de rumbo. La parte numérica en el centro muestra el ángulo de cabeceo y picado. Las líneas horizontales están siempre paralelas con el horizonte. El indicador de derrape que se encuentra debajo indica el grado y dirección en el que está derrapando nuestro avión. Como siempre, aplica el timón en la dirección adecuada para centrar la bola y compensar el derrape.

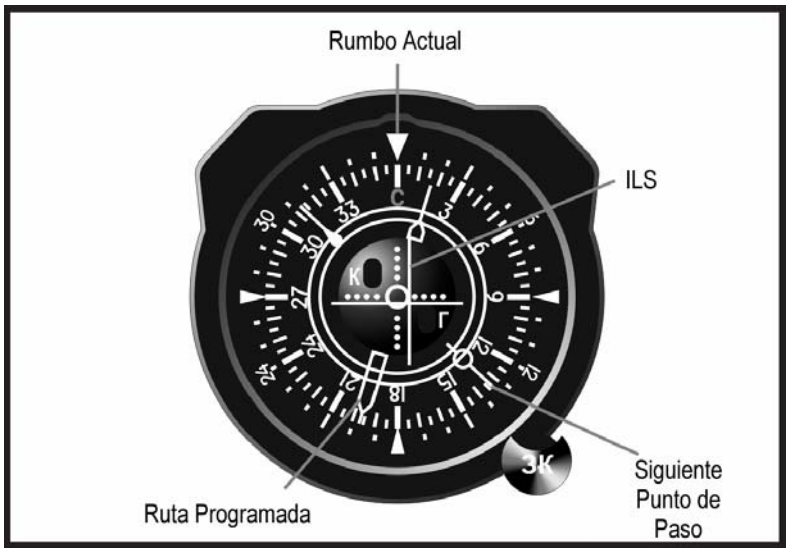
> "Pisa la bola" en el indicador de derrape (aplicar timón hacia esa dirección) para mantener el avión centrado.

La barra horizontal del centro del instrumento indica el ángulo de subida/bajada correcto que debemos llevar para pasar el siguiente punto de paso. Al igual que ésta, la barra indicadora de rumbo nos indicará el rumbo apropiado para llegar al siguiente punto de paso. Cuando ambas están centradas, el avión se dirige exactamente al siguiente punto de paso con la altitud establecida en el briefing. Durante los aterrizajes estas dos barras funcionan para el sistema ILS. Si el canal del ILS falla, se iluminará un indicador OFF.

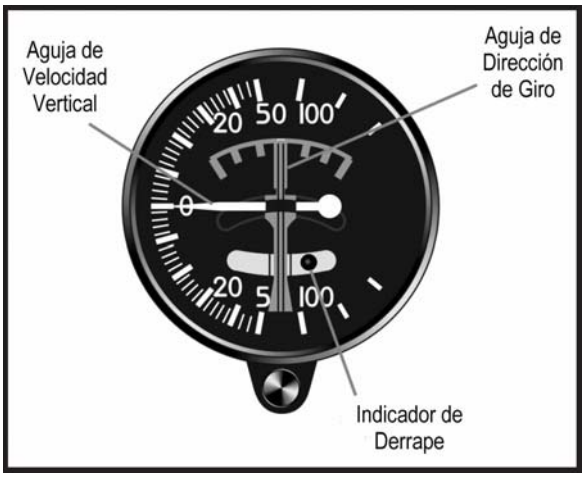
2.3.5 Indicador de posición horizontal (HSI)

El Indicador de Posición Horizontal (HSI) te dará una visión en horizontal del avión respecto al rumbo de navegación. La brújula rota según gires y la dirección del avión es la que aparece en la parte superior. El indicador de rumbo muestra el

rumbo deseado mientras que el indicador de ruta apunta al siguiente punto de paso. El contador de rango, indica la distancia en kilómetros al siguiente punto de paso mientras que el indicador de ruta nos da una lectura numérica del rumbo deseado. El indicador del sistema ILS está situado en el centro de la brújula.



2.3.6 Indicador de Velocidad Vertical (VVI)

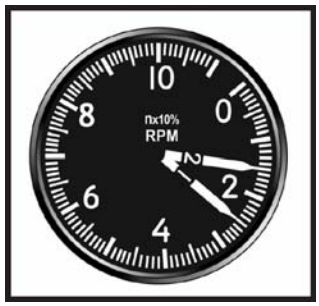


La aguja se mueve a lo largo de la parte izquierda del indicador, marcando la velocidad de trepada o descenso que lleva el avión en ese instante. En el centro de la esfera hay un indicador de derrape redundante que nos suministra información análoga a la del ADI, aunque menos precisa, en caso de fallo de éste último.

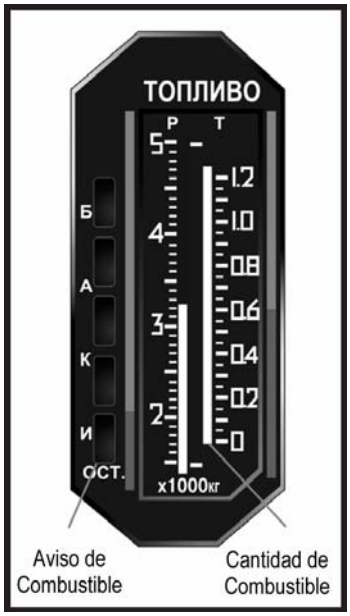
2.3.7 Altímetro radar.

El altímetro radar mide la altitud actual sobre el nivel del suelo (AGL), de 0 a 1.000 metros. No indicará altitud AGL por encima de los 1.000 metros.

2.3.8 Indicador de RPM del motor



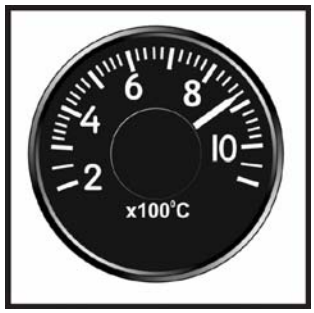
El indicador de RPM del motor muestra la velocidad de ambos motores como un porcentaje de las RPMs máximas del motor.



2.3.9 Indicador de Cantidad de Combustible

El Indicador de Cantidad de Combustible mide la cantidad restante de combustible a bordo de 0 a 10 toneladas. La cinta blanca muestra la cantidad total de combustible disponible.

2.3.10 Indicador EGT



El Indicador de Temperatura de los Gases de Salida (EGT) muestra la temperatura de los gases expulsado por el motor en un rango de 200 a 1.000 ºC.

2.3.11 Panel de Alarma Radar (RHAW)

El panel de Alarma Radar (RHAW) indica la dirección y la plataforma de los emisores de radar detectados. El símbolo del avión representa tu posición, mientras que las luces de alrededor indican la dirección en la que se encuentra el emisor. Las seis luces que hay debajo simbolizan la clase de radar. Ver el Capítulo 5: **Receptor de Alerta de Radar** para obtener más detalles.

2.3.12 Panel de Armamento

En la esquina superior derecha de la consola de armamento, en el que hay dos indicadores con caracteres cirílicos. Esas letras identifican los tipos de armamento disponibles en los pilones seleccionados:

- HPC: Cohetes
- YP: Misiles (tanto AA y AG)
- B: Bombas
- BPY: Cañón
- Líneas blancas y negras: Sin munición para el cañón.

Pilones #2 y #9 seleccionados y listos (luces verdes). Arma disponible: cohetes (HPC). Debajo de HPC aparece BPY lo que indica que el caón está operativo.

Pilones #3 y #8 seleccionados El #3 no tiene luz verde porque monta el pod ECM no un arma. El pilón #8 lleva un misil (YP).

Pilones #4 y #7 seleccionados. Arma disponible: misiles (YP). Como puedes ver los pilones se seleccionan de fuera a dentro.

Pilones #5 y #6 seleccionados El #6 no tiene luz verde porque monta un depósito de combustible. El #5 monta una bomba (B).

Al seleccionar el cañón como arma principal aparece la etiqueta BPY en la parte superior. En la parte inferior aparece una "K" indicando que queda más de la mitad de munición.

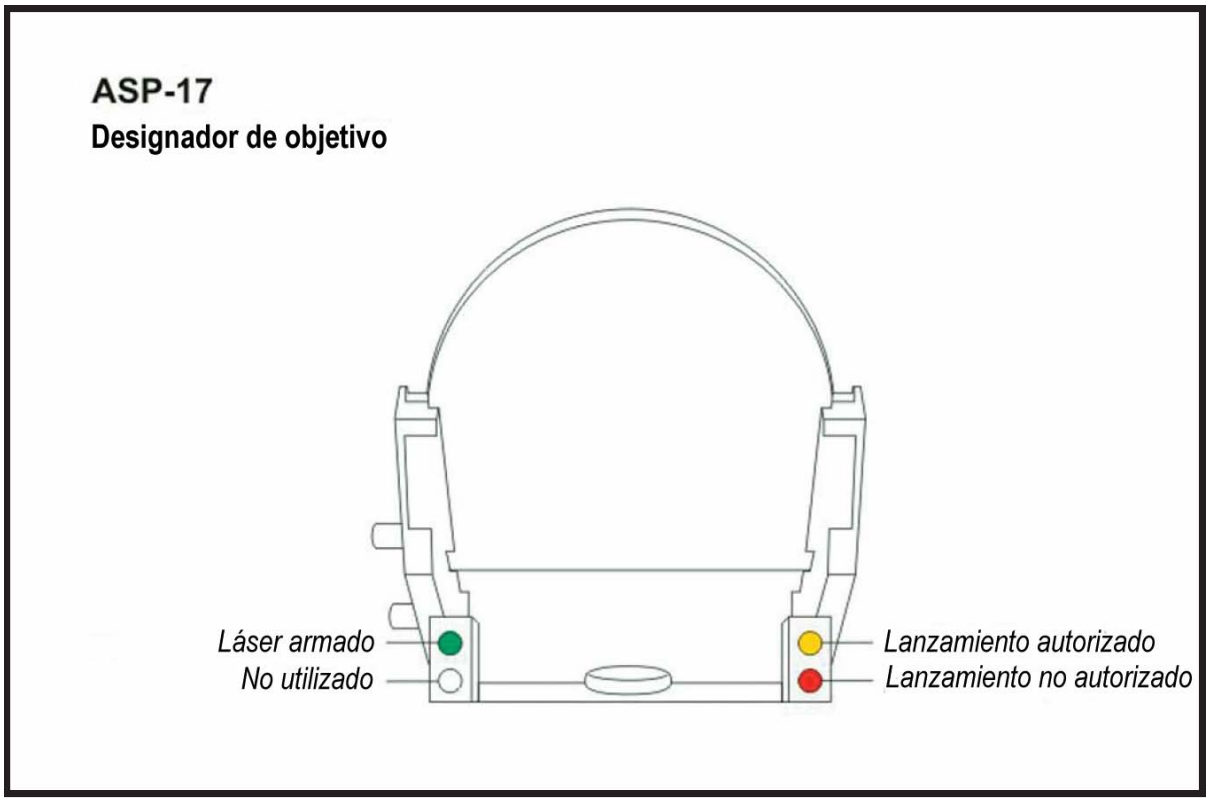
A medida que disparamos el nº de proyectiles de la disponibles se reduce. Aparece la etiqueta "1/2" cuando bajamos de la mitad, "1/4" al bajar de dicha cantidad y un rectángulo rayado cuando agotamos la munición.

2.3.13 Luz ECM

Antes de enfrentarte con fuerzas hostiles es bueno encender el módulo ECM. Cuando lo enciendas aparecerá una luz verde en la consola derecha para informarte de que el ECM esta emitiendo.

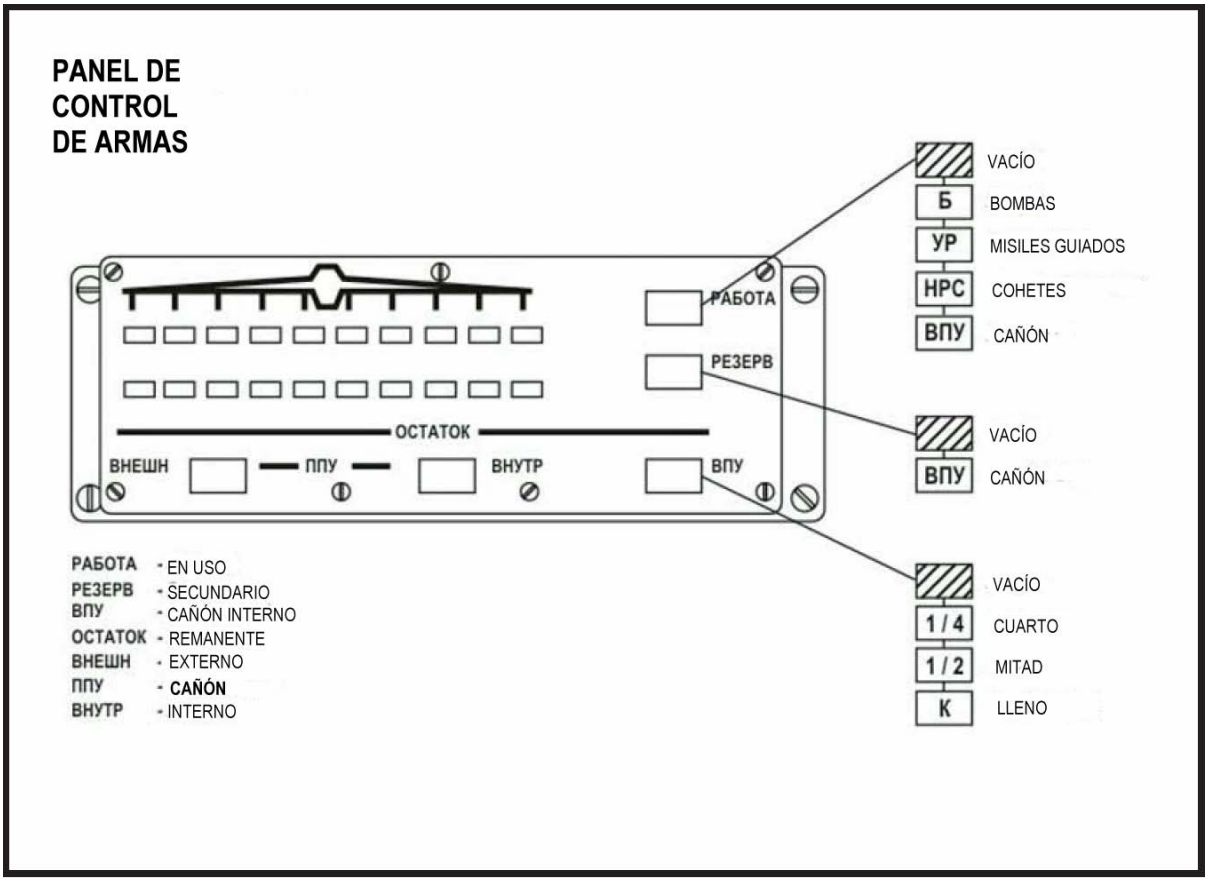
2.3.14 Indicadores en el HUD

En la base del HUD, hay un par de luces que indican tanto el estado operacional del arma o del sensor seleccionado, como el estado del telémetro láser.



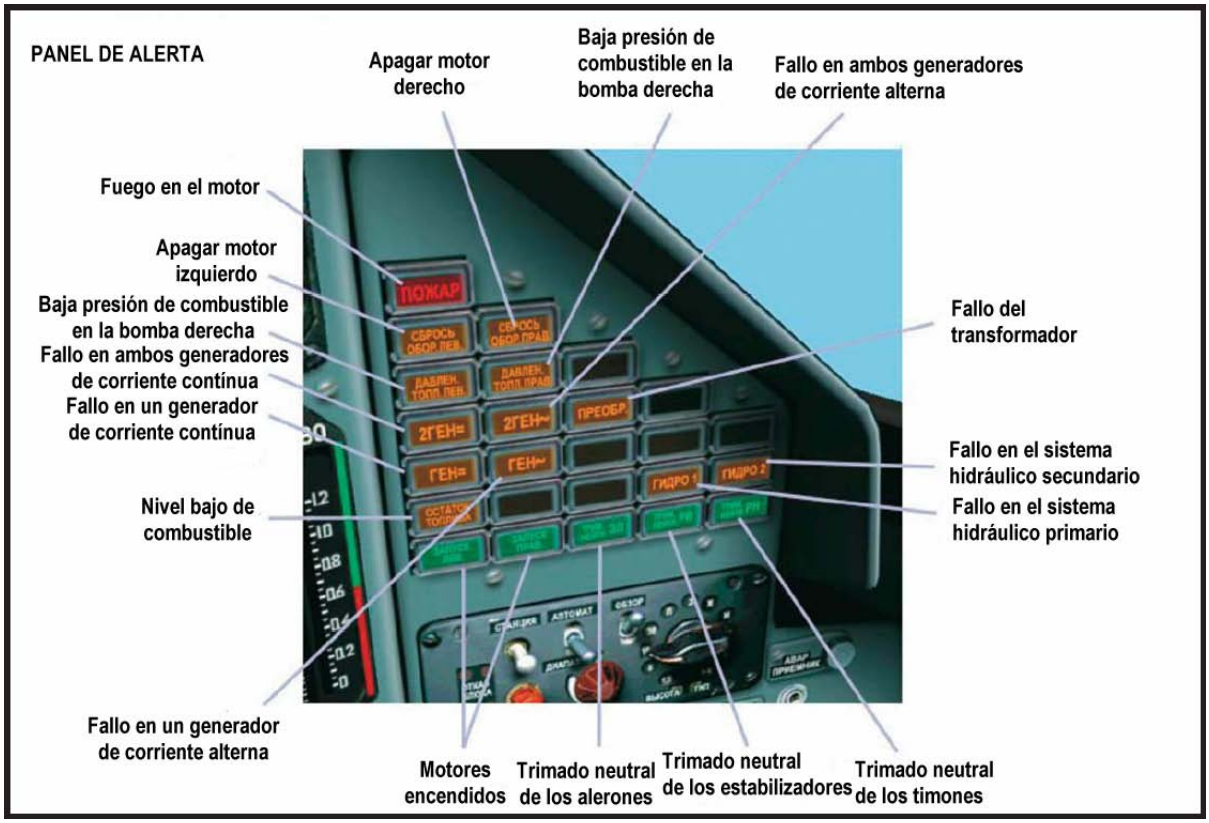
2.3.15 Panel de armamento

El panel de armamento nos da indicaciones para informarnos del estado y tipo del arma seleccionada.



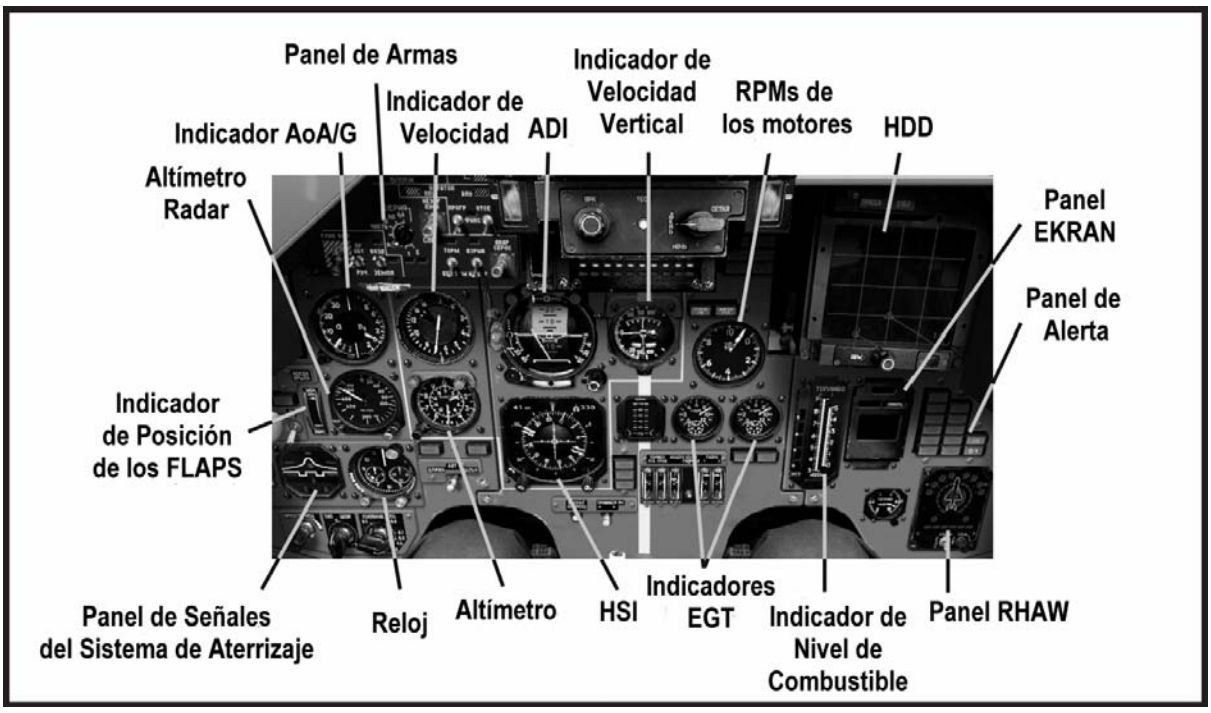
2.3.16 Panel de alerta

Esta serie de luces indican daños en el avión y/o en los indicadores de sistemas.



2.4 CABINA DEL SU-27 Y SU-33 FLANKER

Las cabinas del Su-27 y del Su-33 son muy similares, sin embargo algunos de los paneles de control difieren en algunos aspectos. La instrumentación es idéntica entre ambos aviones e incluso la mayoría de los instrumentos son idénticos o muy parecidos a los del MiG-29 y Su-25.

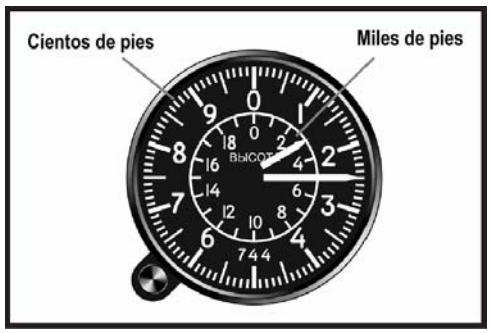


2.4.1 Indicador de Velocidad Indicada (IAS)

El indicador IAS muestra la velocidad indicada del avión (IAS). La escala va de 0 a 1.600 Km/h.

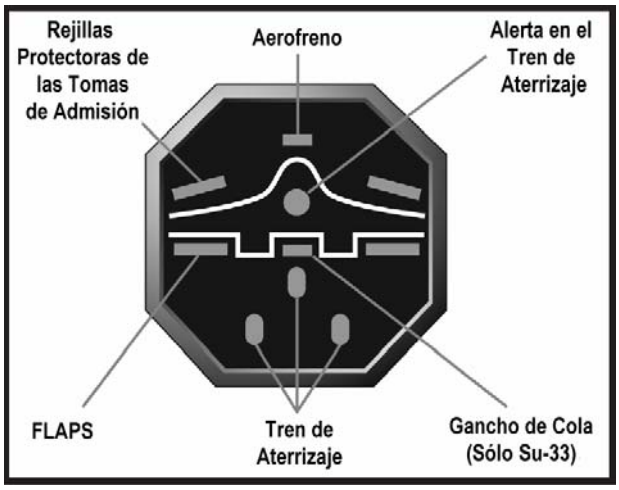
2.4.2 Altímetro

El altímetro mide la altura del avión sobre el nivel del mar de 0 a 25.000 metros. El anillo interno muestra la altitud en miles de metros, mientras que la aguja larga que se desplaza a lo largo del anillo externo muestra



la altitud en cientos de metros. Combinando ambas lecturas tendremos la altura exacta.

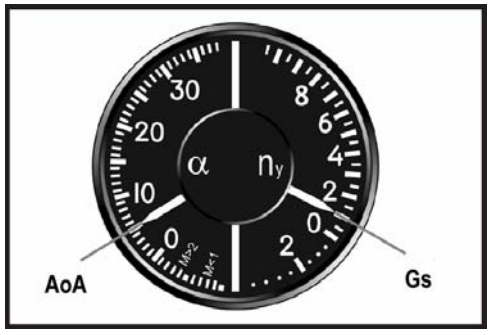
2.4.3 Panel de señales del sistema de aterrizaje

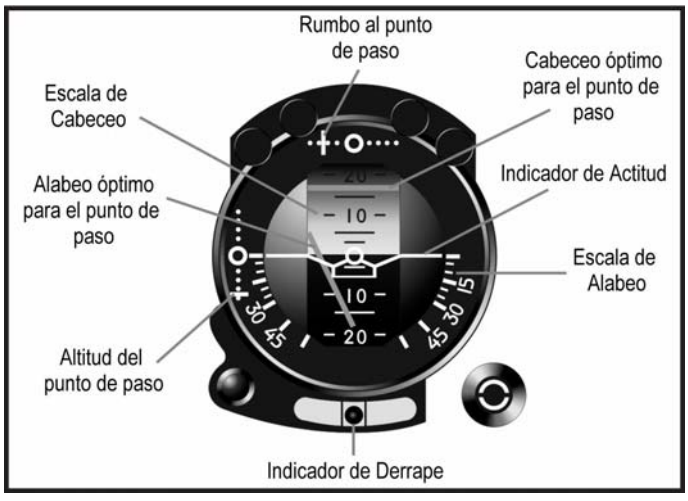


El panel de señales del sistema de aterrizaje informa sobre el estado de despliegue del tren de aterrizaje, flaps, flaps de borde de ataque (Leading Edge Flaps) y el aerofreno. La luz roja del centro se ilumina cuando alguno de los elementos del tren de aterrizaje no está situado en la posición que indica la palanca del tren de aterrizaje (arriba o abajo), la luz es intermitente cuando uno o varios de los elementos están recogidos pero la palanca está en la posición abajo, o si los flaps del borde de ataque están desplegados pero la palanca está en su posición arriba.

2.4.4 Indicador combinado de Angulo de Ataque (AOA) y carga G.

El indicador combinado AOA/G muestra simultáneamente el ángulo de ataque del avión y la carga G actual. El indicador de la izquierda muestra el ángulo de ataque actual en grados mientras que la aguja larga de la derecha nos ofrece información sobre la carga G que soportamos en ese momento. La aguja pequeña muestra la máxima carga G alcanzada durante el vuelo.





2.4.5 Indicador de la Actitud de Dirección (ADI)

El ADI informa de manera simultánea de la actitud de vuelo y de la guía de curso.

La cinta numérica del centro indica el cabeceo o picado actual y las laterales el ángulo de inclinación o alabeo. Las líneas

horizontales permanecerán siempre paralelas con el horizonte.

El indicador de giro y derrape en la base del instrumento mide el derrape actual. Como siempre, aplica pedal en la dirección en la que la bola se desplaza, maniobra también conocida como “Pisar la bola”, para centrarla.

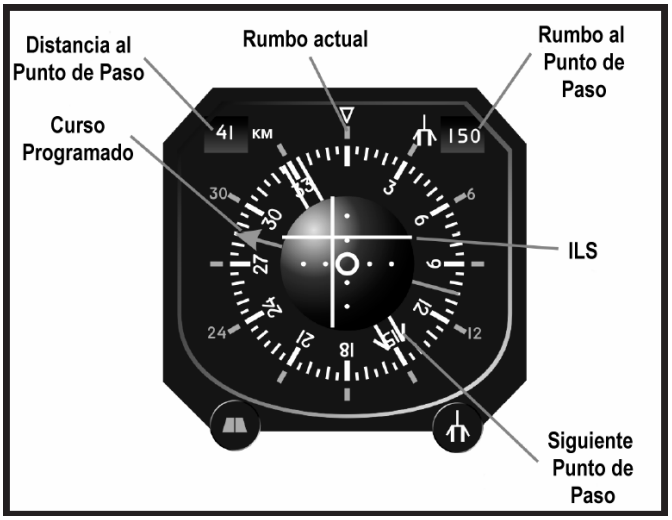
El indicador de picado requerido en el centro del instrumento indica el ángulo de picado correcto para alcanzar el próximo punto de paso. Del mismo modo, el Indicador de rumbo requerido caerá a derecha o izquierda mostrando el rumbo necesario para el siguiente punto de paso. Cuando ambos indicadores están centrados, el avión está en su rumbo.

Durante los aterrizajes, el indicador de desviación de senda de planeo (con aspecto de “W”) y el indicador de desviación de rumbo ofrecen la información para el ILS (*Instrumental Landing System* - Sistema de Aterrizaje instrumental).

Si cualquier canal de ILS fallara se encendería la luz OFF correspondiente.

2.4.6 Indicador de Situación Horizontal (HSI)

El indicador de situación horizontal ofrece una vista horizontal del avión respecto al rumbo de navegación. El compás rota de modo que el rumbo correcto se muestra siempre en la parte superior.



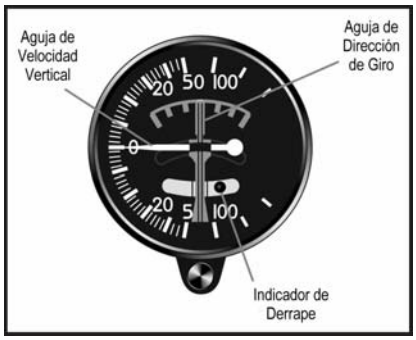
El indicador de curso muestra la dirección deseada, mientras que el indicador de orientación nos dirige directamente a al próximo punto de paso.

El contador de rango nos indica la distancia en kilómetros para el siguiente punto de paso, mientras que el rango de orientación nos provee de una lectura numérica del rumbo deseado.

En el centro del compás podemos encontrar un localizador de ILS y de senda de planeo.

2.4.7 Indicador de Velocidad Vertical (VVI)

La aguja se mueve a lo largo del lado izquierdo indicando el ratio de ascenso o descenso del avión. En caso de fallo del ADI, un indicador de giro y derrape en el centro nos ofrece información de reserva.

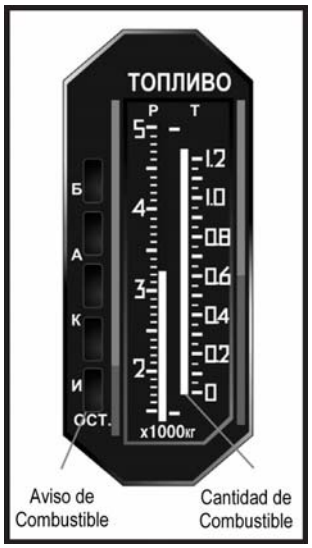


2.4.8 Reloj

El reloj marca la hora actual.

2.4.9 Indicador de Revoluciones Por Minuto del motor (RPM)

El indicador de RPM muestra la velocidad actual de ambos motores como porcentaje del máximo (100%). Las luces verdes de la parte inferior del indicador se iluminan al activarse la postcombustión.



2.4.10 Indicador de cantidad de combustible

El indicador de cantidad de combustible mide el fuel restante a bordo, de 0 a 9 toneladas. La cinta en el medio indica la cantidad total de combustible.

2.4.11 Indicador de temperatura de Escape (EGT)

El indicador de temperatura de escape muestra la temperatura de los gases expulsados por los motores de los 200º a los 1.000º.

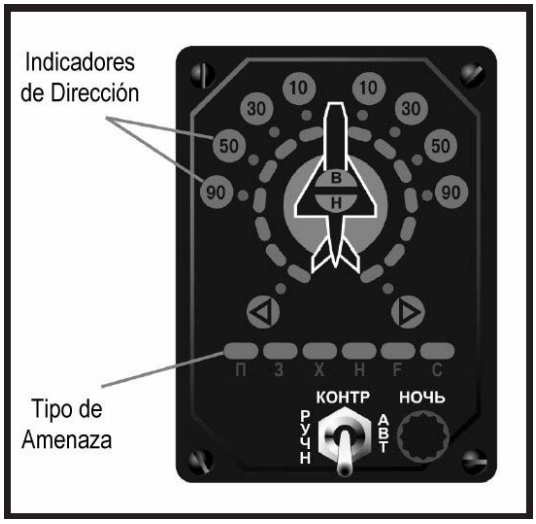
2.4.12 HDD (*Heads Down Display*)

El monitor de TV del HDD ocupa la esquina superior derecha del panel de instrumentos. El HDD muestra la ruta de vuelo programada y los puntos de ruta así como los objetivos detectados por el radar. Mira en el Capítulo 4: **Sensores** los detalles sobre el uso del HDD.

2.4.13 Panel de alerta y emisión de radar (RHAW)

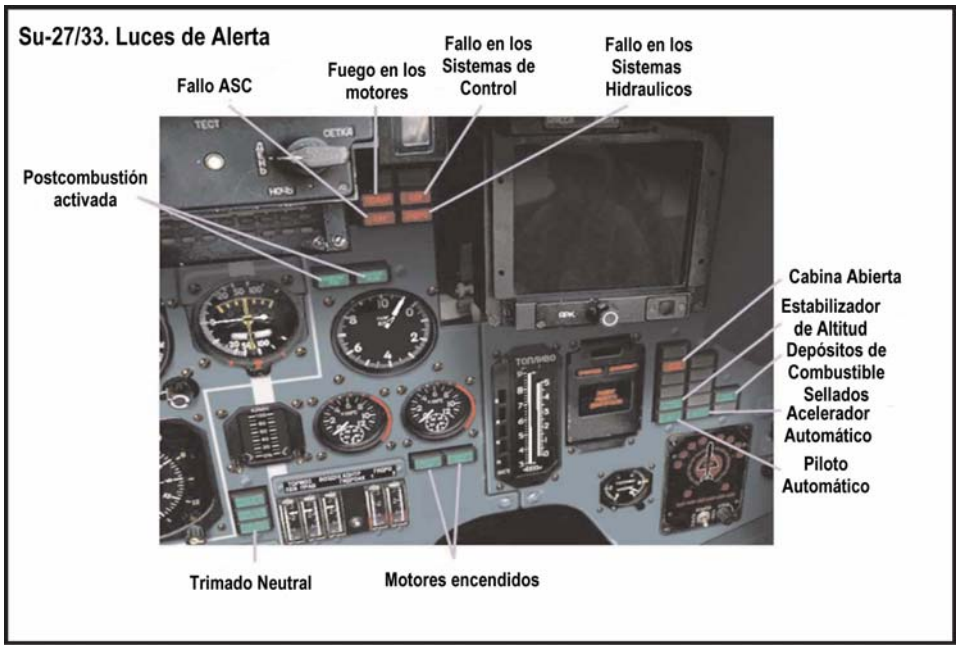
El panel de alerta y emisión de radar indica la dirección y la fuente de una emisión de radar.

El símbolo del avión representa su posición, las luces alrededor del mismo indican la dirección desde que se emite el radar. Las 6 luces a lo largo de la parte inferior indican el tipo de radar. Mire el Capítulo 5: **Receptor de Alerta de Radar** para obtener detalles adicionales.



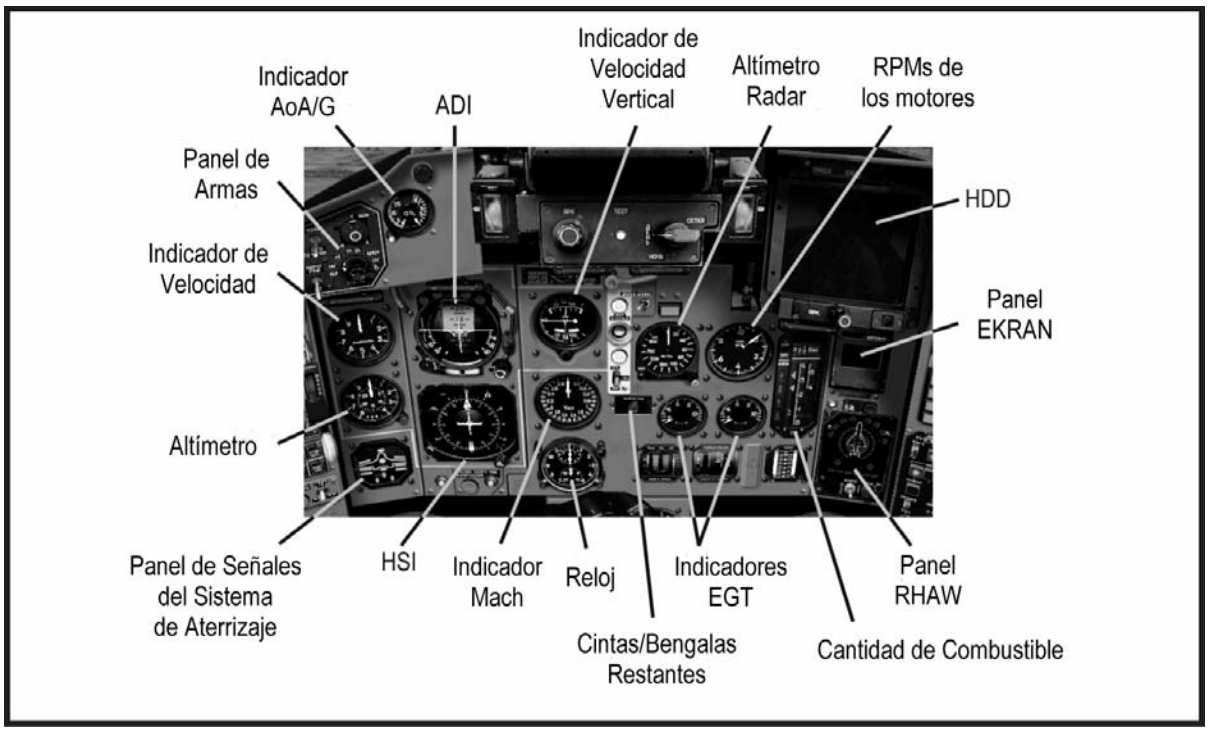
2.4.14 Panel de Alerta.

Esta serie de luces indican los daños del avión e indicaciones del sistema.



2.5 CABINA DEL MIG-29 FULCRUM

La cabina del MiG-29 es relativamente simple, dominada por diferentes indicadores analógicos. Las cabinas del MiG-29A Fulcrum (empleado por la OTAN) y del MiG-29S Fulcrum-C son prácticamente idénticas, es más, la mayoría de instrumentos son los mismos (o muy parecidos) que los del Su27 y los del Su25.

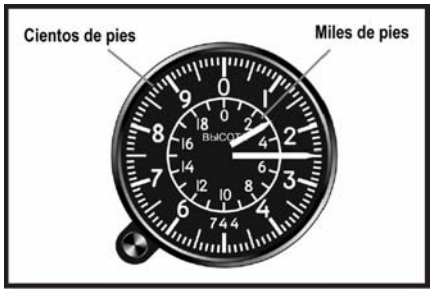


2.5.1 Indicador de Velocidad del Aire Indicada (IAS)

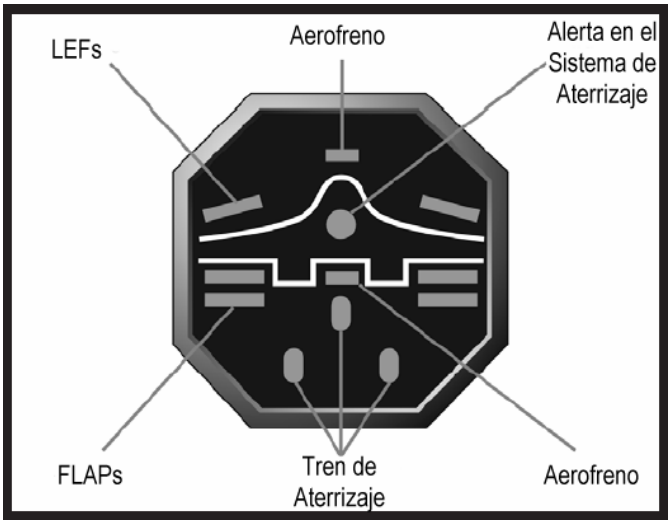
El IAS muestra la velocidad del aire indicada en una escala que va de 0 hasta los 800 Km/h.

2.5.2 Altímetro

El altímetro mide la altura del avión sobre el nivel del mar, de 0 a 25.000 metros. El anillo interno indica la altitud en miles de metros. El anillo externo y la aguja larga indican la altitud en cientos de metros. Combinando ambas lecturas tendremos la altitud exacta.



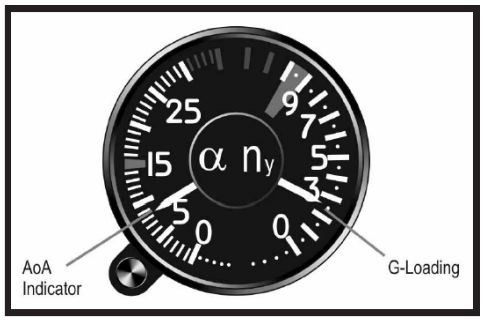
2.5.3 Panel de señales del sistema de aterrizaje



El panel de señales del sistema de aterrizaje informa sobre el estado de despliegue del tren de aterrizaje, flaps, flaps de borde de ataque (Leading Edge Flaps) y el aerofreno. La luz roja del centro se ilumina cuando alguno de los elementos del tren de aterrizaje no está situados en la posición que indica la palanca del tren de aterrizaje (arriba o abajo), la luz es intermitente cuando uno o varios de los elementos están recogidos pero la palanca está en la posición abajo, o si los flaps del borde de ataque están desplegados pero la palanca está en su posición arriba.

2.5.4 Indicador combinado de Angulo de Ataque (AoA) y carga G.

El instrumento combinado AoA/G mide el ángulo de ataque del avión y la carga G actual. El indicador de la izquierda muestra el ángulo de ataque actual en grados mientras que la aguja larga de la derecha nos ofrece información sobre la carga G que soportamos en ese momento. La aguja pequeña muestra la máxima carga G alcanzada durante el vuelo.



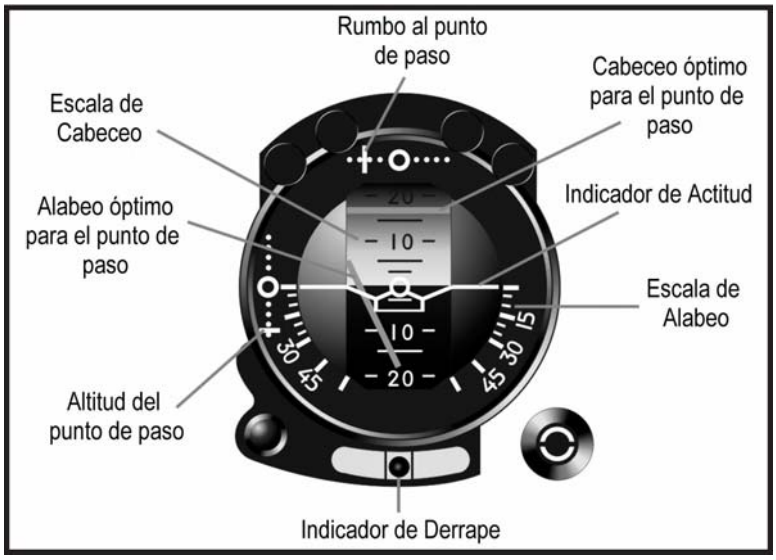
2.5.5 Indicador de Actitud de Dirección (ADI)

El ADI informa de manera simultánea de la actitud de vuelo actual y de la guía de curso.

La cinta numérica del centro muestra el cabeceo o picado actual y las laterales el ángulo de inclinación o alabeo. Las líneas horizontales permanecerán siempre paralelas con el horizonte.

El indicador de giro y derrape en la base del instrumento muestra el derrape actual. Aplica pedal en la dirección en la que la bola se desplaza, para centrarla.

El Indicador de picado requerido en el centro del instrumento indica el ángulo de picado correcto para alcanzar el próximo punto de paso. Del mismo modo, el Indicador de rumbo requerido caerá a derecha o izquierda, mostrando el rumbo necesario para el siguiente punto de paso. Cuando ambos indicadores están centrados, el avión está en su rumbo.



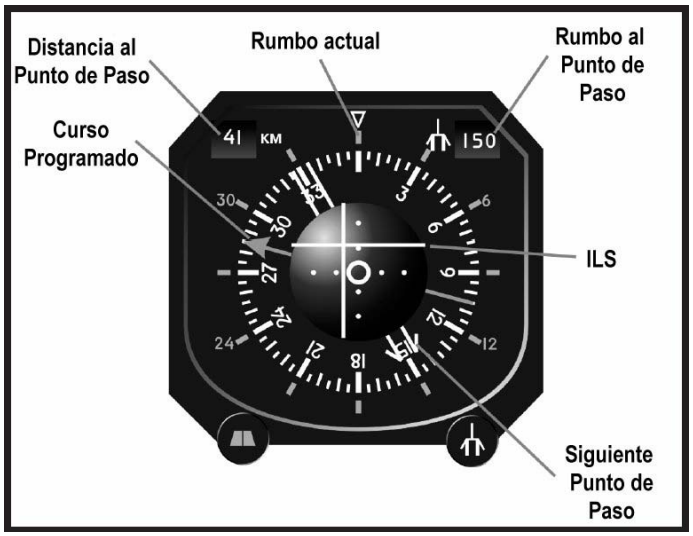
Durante los aterrizajes, el indicador de desviación de senda de planeo (con aspecto de "W") y el indicador de desviación de rumbo ofrecen la información para el ILS (*Instrumental Landing System* - Sistema de Aterrizaje instrumental).

Si cualquier canal de ILS fallara se encendería la luz OFF correspondiente.

2.5.6 Indicador de Situación Horizontal (HSI)

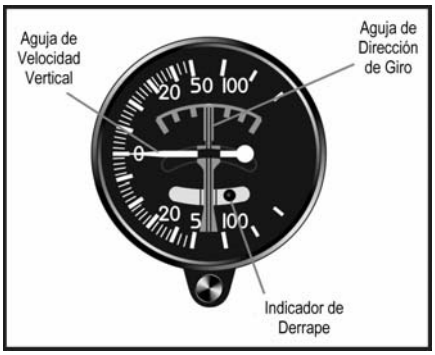
El indicador de situación horizontal ofrece una vista horizontal del avión respecto al rumbo de navegación. El compás rota de modo que el rumbo correcto se muestra siempre en la parte superior

El indicador de curso muestra la dirección deseada, mientras que el indicador de orientación nos dirige directamente al próximo punto de paso.



El contador de rango nos indica la distancia en kilómetros al siguiente punto de paso, mientras que el rango de orientación nos provee de una lectura numérica del rumbo deseado.

En el centro del compás podemos encontrar un localizador de ILS y de senda de planeo.

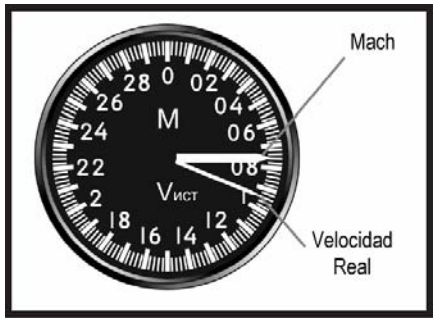


2.5.7 Indicador de Velocidad Vertical (VVI)

La aguja se mueve a lo largo del lado izquierdo indicando el ratio de ascenso o descenso del avión. En caso de fallo del ADI, un indicador de giro y derrape en el centro nos ofrece información de reserva.

2.5.8 Indicador Mach.

Muestra el número mach actual al que se desplaza el avión.



2.5.9 Reloj

El reloj marca la hora actual del día dentro de la simulación.

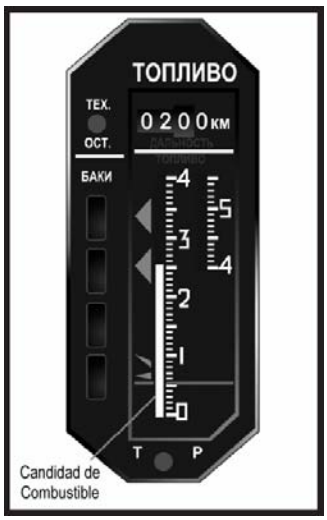
2.5.10 Altímetro radar

El altímetro radar mide la altitud del avión sobre el terreno de 0 a 1.000 metros, a partir de esta altitud no nos aporta información. La escala del instrumento no es lineal, con un mayor espaciado en altitudes más bajas para una mayor precisión.

2.5.11 Indicador de RPM de los motores

El indicador de RPM (revoluciones por minuto) muestra el empuje de ambos motores como un porcentaje sobre el máximo de RPM en una escala de 10% en 10%. Dos agujas son las encargadas de indicarnos dicha potencia. Cuando ambos motores están funcionando a la misma sólo será visible una aguja. Cuando las revoluciones excedan el 100%, unos indicadores situados en el extremo derecho del panel de control se iluminarán en color verde indicándonos que los post-quemadores están encendidos.

2.5.12 Indicador de cantidad de combustible



El indicador de cantidad de combustible nos indica la cantidad que queda en los depósitos de a bordo, de 0 a 5,5 Toneladas. El indicador central muestra la cantidad total y los cuatro indicadores rectangulares situados a la izquierda muestran la cantidad de combustible en el centro del fuselaje, ala, tanque 1 y tanque 3. Los indicadores iluminados señalan que los depósitos correspondientes están vacíos.

2.5.13 Indicadores de temperatura de escape del reactor

Estos indicadores miden la temperatura de los gases de escape de las turbinas de ambos motores, en una escala que va de los 200º C a los 1.000º C.

2.5.14 HDD (pantalla inferior de datos)

El *Head Down Display* es el monitor de TV que domina la parte superior derecha del panel de instrumentos. En él se nos muestran los puntos de ruta del plan de vuelo previamente programado, localización de las pistas de aterrizaje y localización de blancos detectados por el radar. Para más información sobre el uso del HDD consulta el Capítulo 4: **Sensores**.

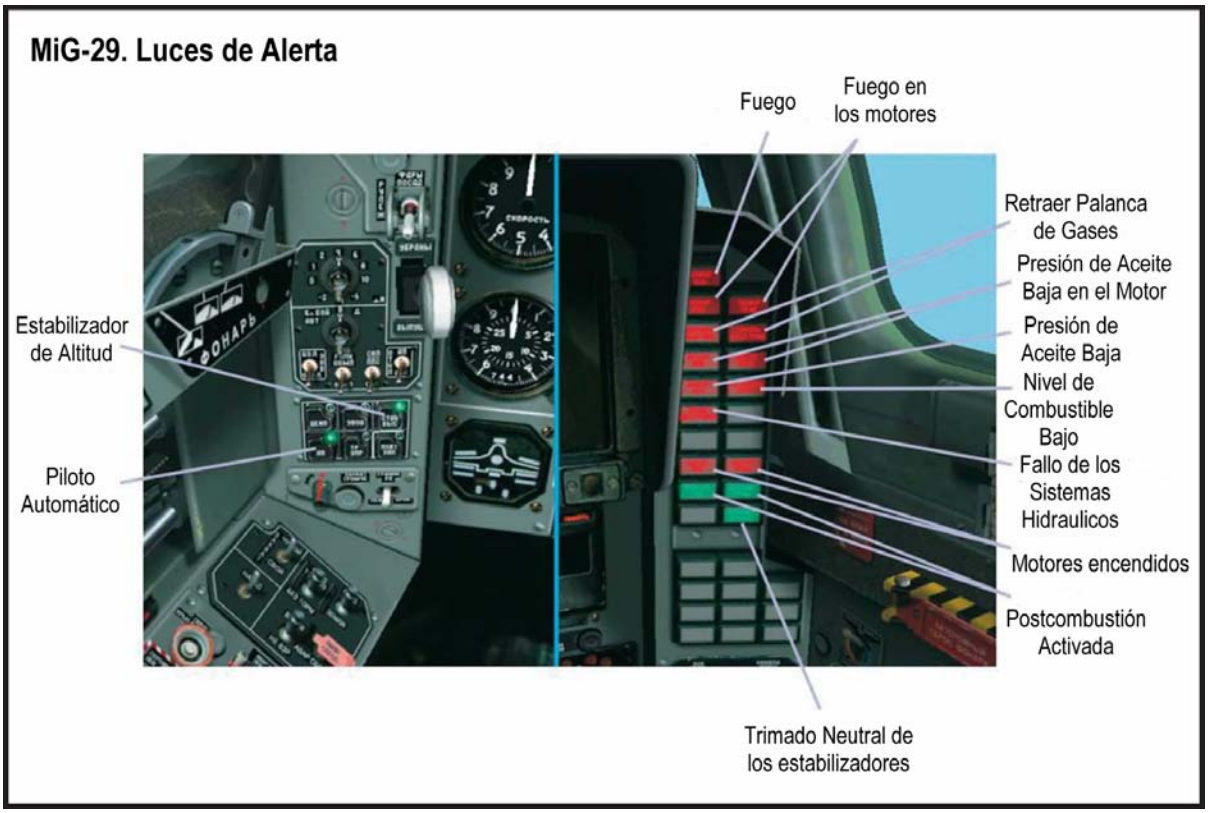
2.5.15 Pantalla de detección y alertas de radar

La pantalla de alertas de Radar (RHAW: radar homing *and warning*) nos muestra la dirección y fuente de iluminación de las emisiones de radar detectadas. La silueta del avión representa tu posición; las luces alrededor de ésta muestran la orientación aproximada de la fuente de emisión. Las seis luces de la parte inferior indican el tipo de

radar que ilumina nuestro avión. Ver el capítulo dedicado al **Receptor de Alerta de Radar** para más información.

2.5.16 Panel de alertas

Esta serie de luces señalan daños del aparato e indicaciones del sistema.

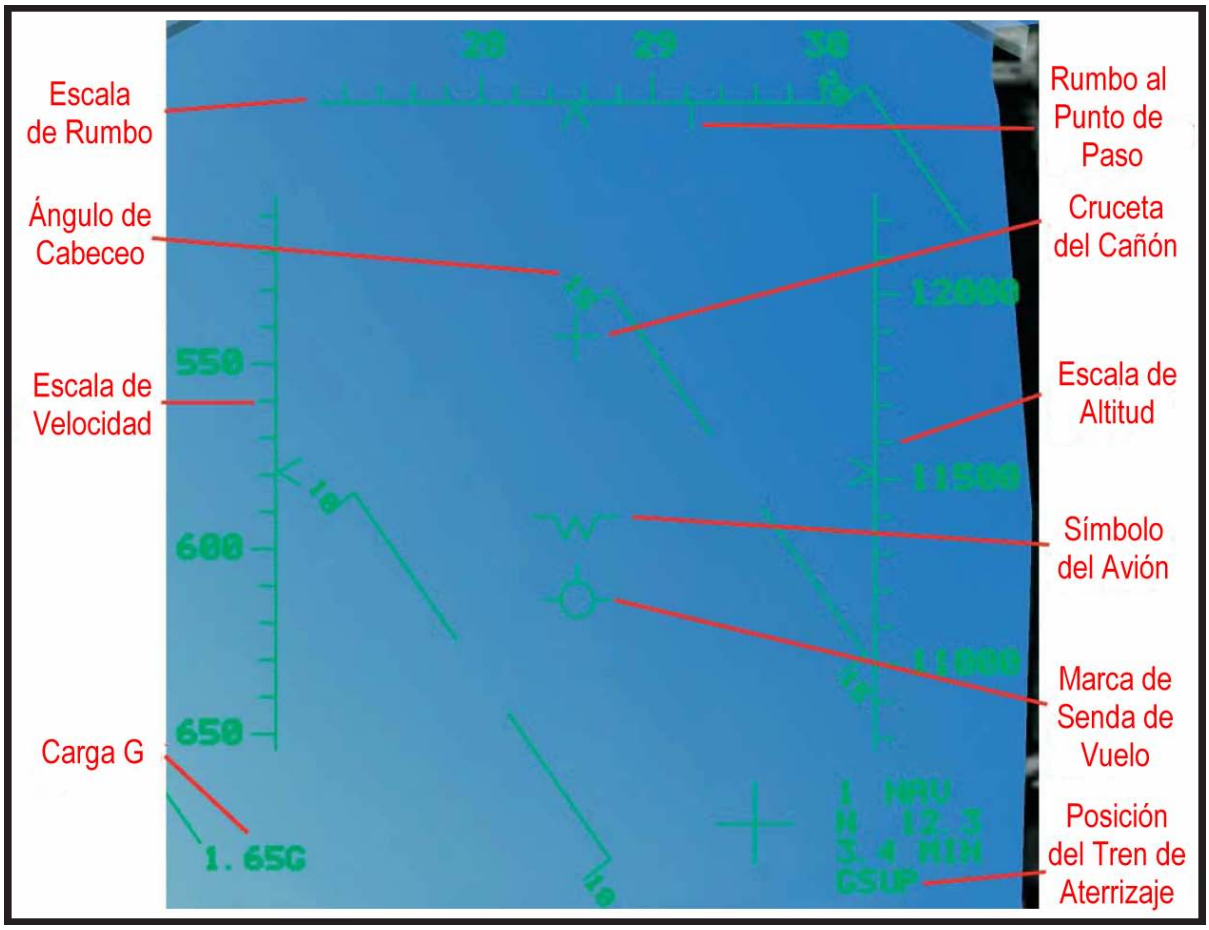


MODOS DEL HUD

3.1 MODOS DEL HUD DEL F-15C EAGLE

3.1.1 Simbología básica del HUD

Existen varios indicadores en el HUD del F-15C que son comunes a todos los modos de funcionamiento de éste:

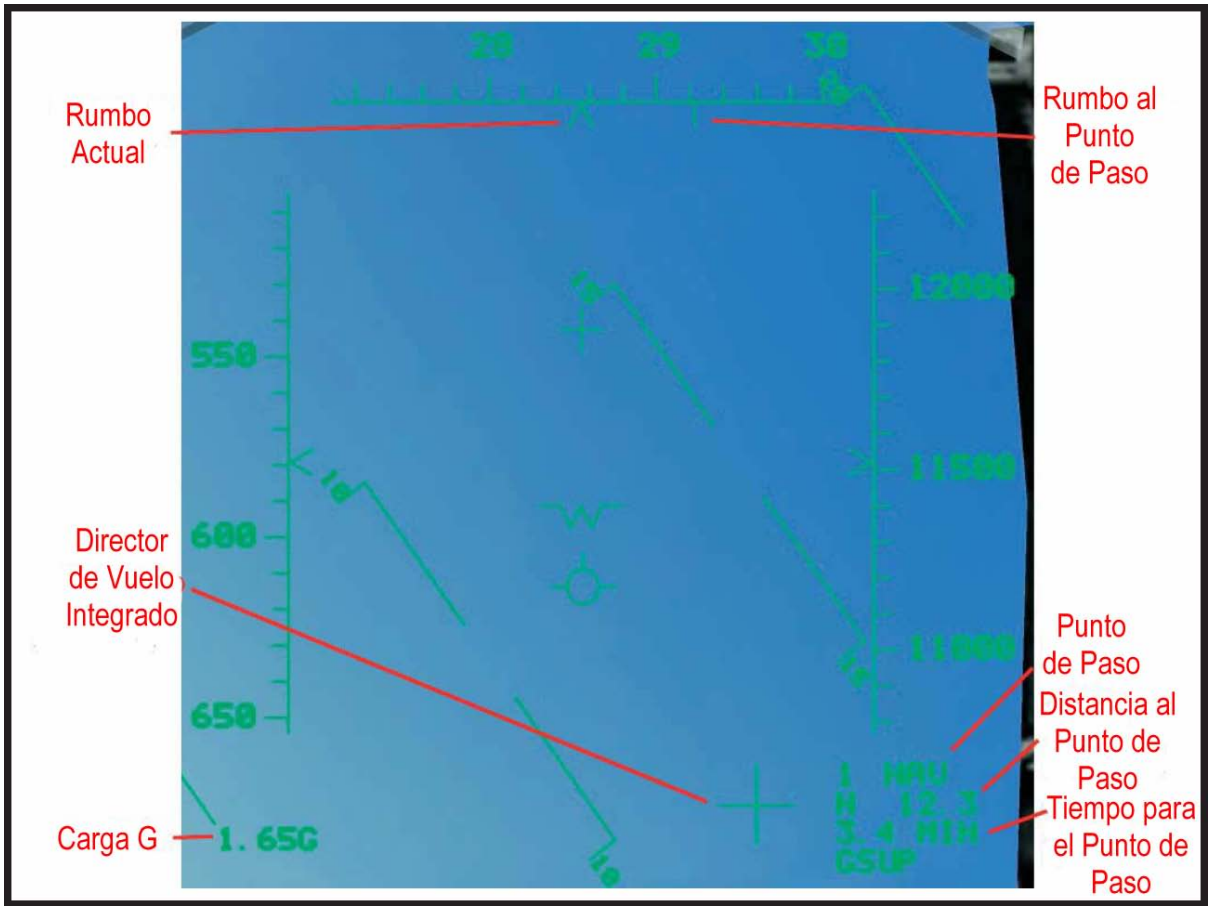


- El símbolo que representa el avión, similar a la letra “W”, aparece exactamente en el centro del HUD, e indica hacia donde está apuntando el morro del avión, es decir, la actitud de cabeceo o alabeo con relación al horizonte.
- La escala que representa el rumbo aparece en el vértice superior, redondeado a escala de 1/10 (por ejemplo, 270 aparece como 27).

- La velocidad con respecto al aire, denominada como velocidad indicada o IAS, se encuentra representada en el vértice izquierdo y nos viene dada en nudos (millas náuticas por hora. La escala de IAS no muestra valores por debajo de 150 nudos.
- La escala de altitud está representada en el vértice derecho mostrando la altitud del avión sobre el nivel del mar medido en pies.
- El vector de velocidad se mueve a través del centro del HUD indicando la dirección en la que se mueve el avión y puede variar con respecto a la dirección hacia donde se dirige realmente el avión debido al deslizamiento lateral, ángulo de ataque, etc.
- La escala de cabeceo se presenta en el medio del HUD, centrada en el vector de velocidad. Básicamente indica la actitud de cabeceo del avión medido en incrementos de 5º tanto de ascenso como de descenso y está representado por unas líneas paralelas. La escala entera se mueve a izquierda y derecha, imitando al indicador de deslizamiento (bola) en el ADI. Al igual que con el indicador de deslizamiento, para evitar un resbale o un derrape, aplicar pedal hacia la escala.

3.1.2 Modo Navegación

Tal y como indica el propio nombre, nos da información sobre navegación y puntos de ruta. El modo básico de navegación nos señala el rumbo hacia el siguiente punto de paso dentro de la ruta programada. Por otra parte, el modo ILS nos da la información necesaria durante la fase de aterrizaje.



Navegación Básica

El modo básico de navegación nos señala las maniobras necesarias para llegar al siguiente punto de paso. Para ayudarnos en nuestra tarea, además de los indicadores básicos del HUD, el modo de navegación nos proporciona la siguiente información:

- EL indicador de modo en la parte inferior derecha del HUD muestra el nombre del punto de paso seleccionado seguido del tipo de Modo, en este caso, "NAV".
- EL indicador de distancia, situado bajo el indicador de Modo, muestra la distancia (en millas náuticas) al siguiente punto de paso.
- El indicador de tiempo restante, situado bajo el indicador de distancia, nos señala el tiempo para llegar al siguiente punto de paso.
- EL indicador de Gs del avión aparece en la esquina inferior izquierda del HUD.
- EL director de vuelo integrado aparece como una cruz en el HUD. Señala hacia el siguiente punto de paso, indicándonos el cabeceo y alabeo

necesarios para maniobrar nuestro avión hacia él; dirige el avión hasta que el director de vuelo esté centrado en el HUD, directamente sobre el símbolo del avión.

Modo ILS

Cuando el modo ILS entra en funcionamiento, el HUD nos muestra la siguiente información además de la básica de navegación:

- Indicador de Modo en la parte inferior derecha que nos muestra el identificador del punto de paso seleccionado, seguido del nombre de Modo, en este caso, "ILSN".
- El estado del tren de aterrizaje aparece en la esquina inferior derecha bajo el indicador de tiempo restante. La información cambia entre GUP (cuando el tren de aterrizaje está retraído) o GDWON (cuando bajamos el tren de aterrizaje).
- La escala de ángulo de ataque aparece en la parte izquierda dentro de la escala de velocidad del aire. La señal del lado derecho muestra el AoA actual, la escala de AoA está representada por unidades, no por grados, con valores de 0 y 45. El aterrizaje debe realizarse sobre un valor aproximado de 22 unidades de AoA.
- Las barras del ILS aparecen justo sobre el marcador del avión, cerca del centro del HUD. La barra horizontal indica la altitud necesaria; la barra vertical representan el curso correcto. Al igual que con las barras del ILS en el ADI, maniobra el avión hacia las barras. Cuando se centren, el avión está siguiendo la senda correcta de aproximación.

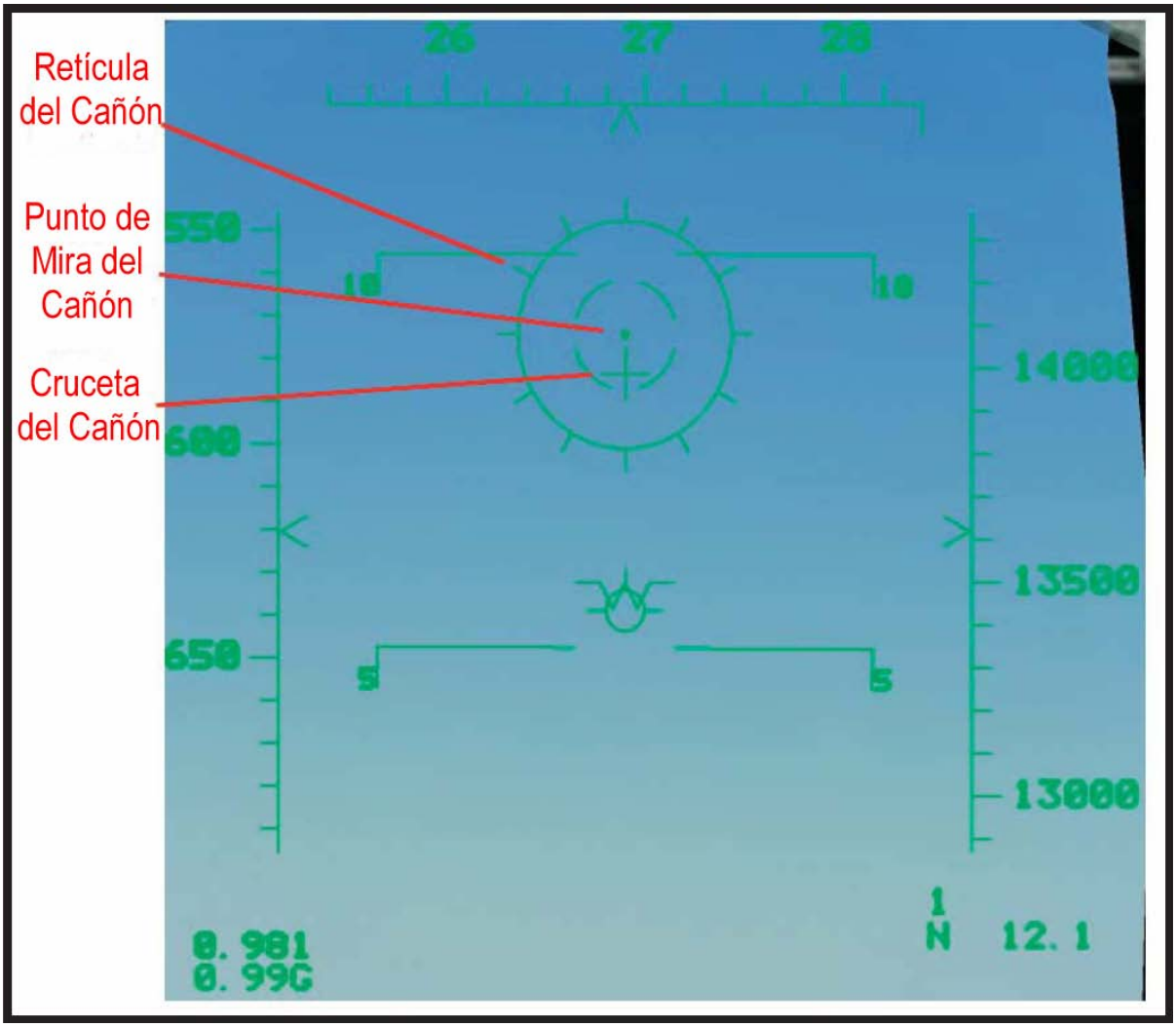
Para entrar en el Modo ILS presiona la tecla "1", que conmuta entre el modo ILS y el Modo de Ruta de navegación

3.1.3 Manejo del modo Cañón

El modo Cañón aparece al activar el cañón interno de 20 mm. Se visualizarán diversos indicadores dependiendo si el objetivo está fijado por el radar o no. Para entrar en el modo Cañón debes, en primer lugar, pasar a modo de armamento aire-aire y luego, activar el cañón.

Modo de búsqueda Radar

El modo de búsqueda Radar, también llamado modo de auto-adquisición, muestra los indicadores básicos del HUD más los siguientes campos adicionales:



- Retícula del cañón que aparece justo debajo de la escala de rumbo. En modo búsqueda, la retícula consiste en un punto de mira de 2 mm, centrado en el interior de un círculo dividido en segmentos de 25 mm y centrado a su vez en un círculo de 50 mm. Esta retícula no se mueve, y no proporciona ninguna información salvo indicar que el cañón está activo.
- La información sobre el cañón aparece en la esquina inferior izquierda, sustituyendo el indicador de Gs. La palabra "GUN" nos confirmará que se encuentra activado, seguido de la cantidad y tipo de munición disponible. Por ejemplo, cuando el indicador nos señale "GUN 940 P" nos advierte que tenemos disponible 940 proyectiles PGU-38 de 20mm.

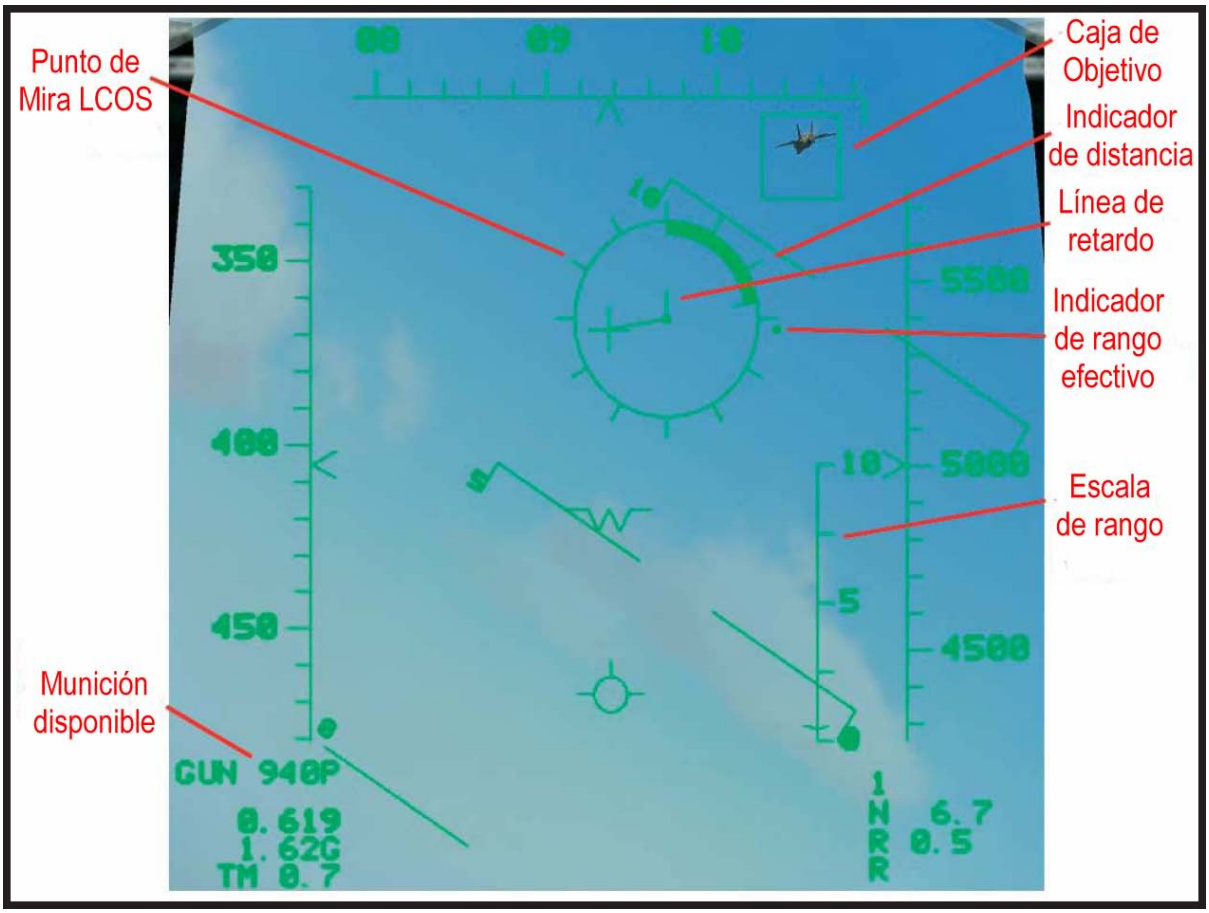
- El indicador de Mach se encuentra debajo de la información del cañón mostrando el mach al que se mueve el avión.
- El indicador de distancia de navegación se encuentra en la esquina inferior derecha. Se representa con la letra “N” seguida por la distancia (en millas náuticas) hasta el siguiente punto de paso.

Este modo se encuentra siempre activo cuando el Radar está apagado o no ha sido fijado ningún objetivo en el radar.

Modo de seguimiento de Radar LCOS

Cuando el Radar sigue un objetivo, la retícula estática en el HUD es sustituida por el LCOS (*Lead Computing Optical Sight*) que es una mira óptica con cálculo de corrección de objetivo, mostrando información adicional sobre éste.

Para iniciar el Modo LCOS ha de activarse en primer lugar el radar, a continuación blocar el objetivo en el radar usando éste o maniobrando hasta poner la retícula de tiro sobre el blanco; una vez que la retícula de tiro esté sobre el blanco y a una distancia inferior a 10 millas, el modo LCOS se iniciará automáticamente:



- La cruz del cañón aparecerá justo debajo de la escala de rumbo mostrándonos hacia donde se dirigirán los proyectiles si el avión no está maniobrando.
- La caja del designador de blancos de mostrará sobre el objetivo fijado.
- La escala de distancia aparecerá a la derecha del HUD mostrando la distancia de 0 a 10 millas náuticas. EL símbolo de la parte izquierda indica la distancia al objetivo fijado. El número que sigue al símbolo marca el radio de blocaje del objetivo. Las marcas de la señal indican las distancias mínimas y máximas de lanzamiento del misil AIM-9 (contra un blanco que no se encuentre maniobrando).
- La retícula del cañón del LCOS muestra hacia donde se dirigirá el proyectil del cañón cuando haya recorrido la distancia hasta el blanco teniendo en cuenta el desvío producido por fuerza de la gravedad. Para asegurar un blanco, maniobra el avión hasta que el punto central de la retícula se sobreponga a la caja del designador del blanco.

Adicionalmente la barra de alcance dentro del retículo proporciona una representación gráfica de distancia al blanco fijado. Cada marca de la señal en el retículo representa 1.000 pies de distancia, contando en el sentido de las agujas de reloj desde la posición de las 12 en punto. La señal de máximo alcance está situada fuera del retículo e indica el alcance máximo efectivo del cañón. Cuando la barra de distancia sobrepasa esta señal moviéndose a la izquierda, el blanco está situado dentro del alcance del cañón.

Finalmente, la línea de retraso que se extiende desde centro del retículo indica que el punto de mira está mostrando un error. Cuanto más larga es la línea de retraso, mayor es la probabilidad de error.

La lectura de distancia al blanco en la parte inferior derecha del HUD proporciona información redundante de la distancia del objetivo, mostrando la letra “R” seguida de la distancia al objetivo fijado.

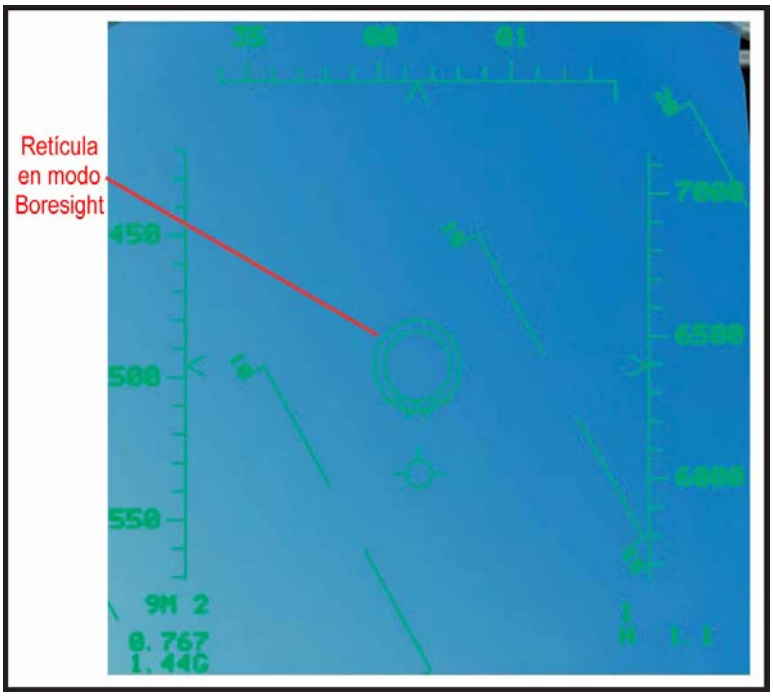
El ángulo de aspecto del objetivo aparece bajo la lectura de la distancia al blanco, midiendo el ángulo entre la cola del objetivo y la línea de visión del objetivo. Las letras “R” o “L” aparecen después del ángulo, indicando que lado del objetivo se presenta hacia el avión del piloto.

RECUERDA: Los ángulos de aspecto bajos incrementan la efectividad de sus armas.

3.1.4 AIM-9 Sidewinder

Los símbolos de la pantalla básica de misiles de corto alcance (*Short Range Missile* -SRM) proporcionan información acerca del estado del arma e indicaciones de puntería. El misil buscador de calor AIM-9 tiene una cabeza buscadora independiente del radar. Dicha cabeza buscadora puede adquirir blancos con o sin la ayuda del radar, pero una vez que el misil es disparado no recibe ningún tipo de guía desde el avión.

Pantalla de búsqueda (misil en modo "Boresight")

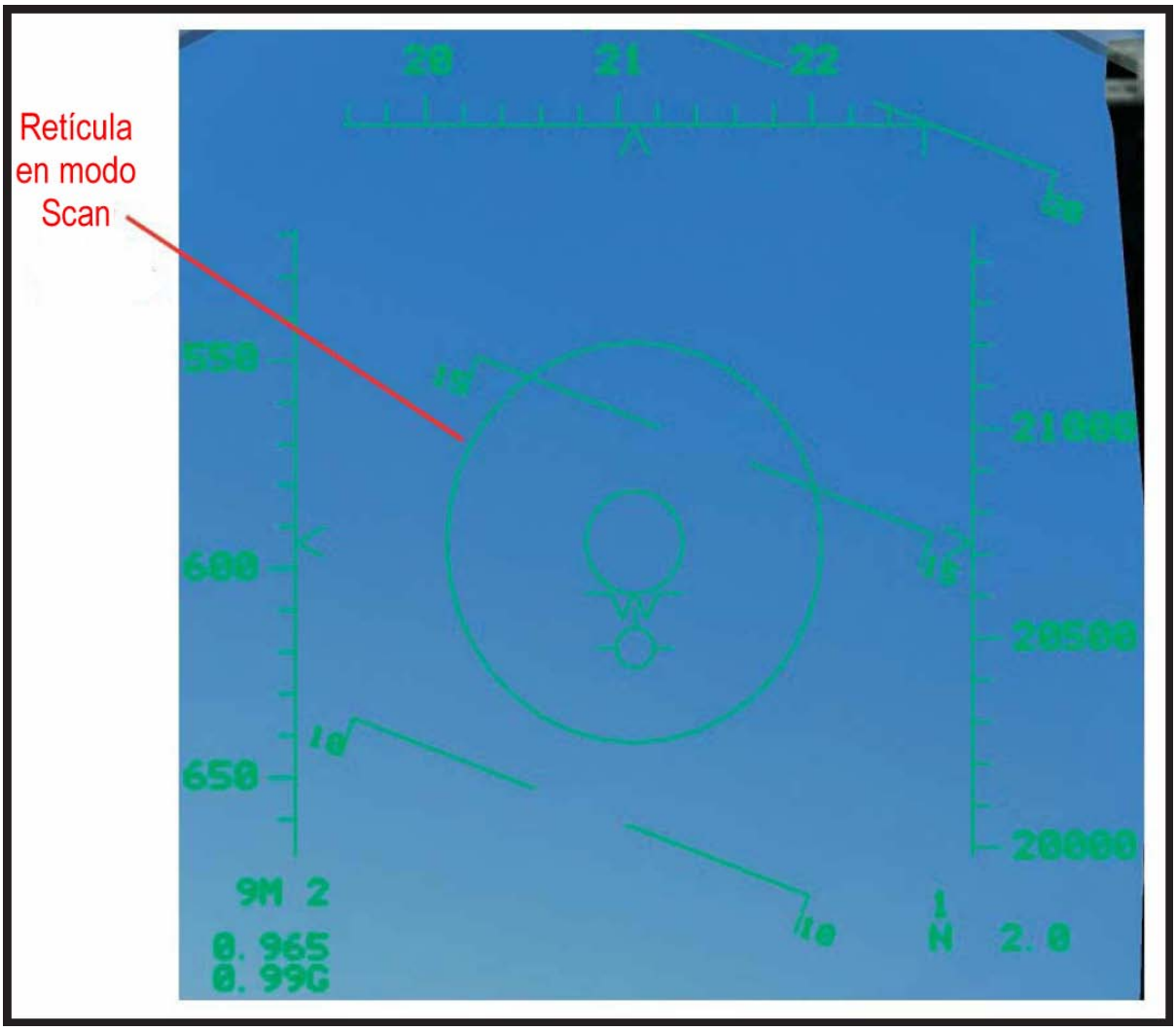


Al seleccionar el submodo SRM con el radar en modo de búsqueda aparece un círculo fijo de dos grados de radio alrededor del símbolo del avión. Dicho círculo, alineado con la línea de vista del misil, representa el ángulo de visión del propio misil. Si el objetivo está dentro del rango visual, pueden omitirse los procedimientos de adquisición y apuntar el avión de manera que el blanco quede situado dentro del círculo de referencia.

Cuando el misil efectúa el seguimiento del blanco, el tono SRM se torna más agudo. Mientras se mantenga el objetivo dentro del círculo el misil seguirá efectuando su seguimiento y podrá ser disparado. Si el objetivo se sale del círculo que representa el ángulo de visión el misil dejará de seguirlo.

Pantalla de búsqueda (misil desenjaulado)

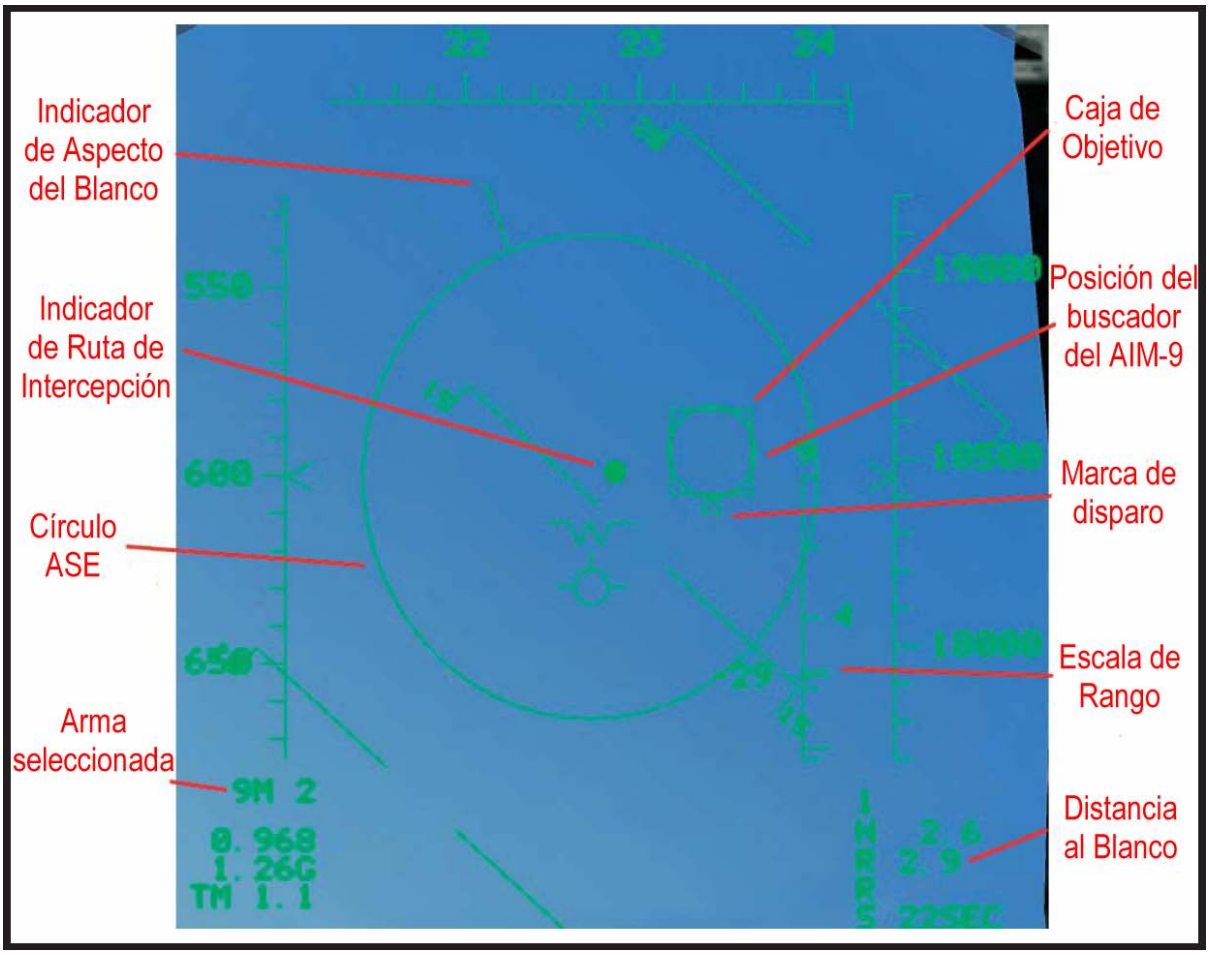
Desenjaular la cabeza buscadora del SRM cambia la presentación del HUD; aparecen dos círculos. El mayor de ambos representa el cono de adquisición del misil, es decir, toda el área que la cabeza buscadora puede cubrir con su movimiento. El círculo pequeño representa la posición actual de la cabeza buscadora con su ángulo de visión.



El círculo exterior siempre permanece fijo y desaparece cuando el misil localiza un blanco, mientras que el círculo interior permanece fijo centrado en el símbolo del avión hasta que se detecta un blanco. Una vez que se ha detectado un blanco el círculo interior se mueve siguiendo al blanco por el interior del círculo mayor, mientras que un tono agudo nos indica que el buscador está efectuando el seguimiento.

Pantalla de seguimiento (misil enjaulado)

Con un blanco adquirido en el radar, el HUD muestra bastante más información acerca del blanco fijado. Si la distancia al blanco es superior a 12.000 pies (mayor que el rango de alcance efectivo del misil AIM-9) el HUD muestra una serie de indicaciones para maniobrar hasta una posición de lanzamiento favorable:



- El Punto Guía de rumbo indica al piloto hacia dónde debe dirigir el avión para obtener una posición de lanzamiento.
- El círculo de Error Admisible de Rumbo (*Allowable Steering Error* - ASE) proporciona un marco de referencia para el lanzamiento, indicando el campo de visión del misil. El círculo dobla su tamaño cuando la cabeza buscadora ha localizado el blanco. Se debe maniobrar el avión para hacer que Punto Guía quede en el centro del círculo del ASE.
- El Indicador Angular es una línea que aparece por fuera del ASE, indicando gráficamente el ángulo de presentación del blanco (*aspect angle*). Cuando la línea se encuentra en la parte superior del círculo el blanco se está alejando de nosotros, y si por el contrario ésta se encuentra en la parte baja del círculo eso significa que el blanco se mueve hacia nosotros.

A pesar de que el AIM-9 es un misil buscador de calor que puede efectuar seguimientos bajo cualquier ángulo de presentación (*aspect angle*), es mucho más efectivo cuando se dispara con un ángulo de presentación bajo.

Aunque el AIM-9 es un misil buscador de calor todo-aspecto es más efectivo si es lanzado desde el cuarto trasero del objetivo.

La Caja de Designación de Blanco (*Target Designator* - TD) muestra la posición del blanco que está siendo seguido por el radar. Maniobra para meter la caja dentro del ASE.

La Escala de Rango aparece en la parte derecha del HUD, mostrando un rango de 0 a 10 millas náuticas (nm). El símbolo de la izquierda indica la distancia al blanco designado, y el número que hay junto a él muestra la velocidad de acercamiento. Las marcas oscuras en la parte baja de la escala indican los rangos de lanzamiento máximo y mínimo (contra un objeto que no trata de evadir el misil). Cuando la marca está entre las marcas el objetivo está dentro de la envolvente de disparo del misil.

El conjunto de datos en la parte inferior derecha del HUD proporciona información adicional del objetivo. En la primera línea se lee "R" (por adquisición radar) seguido por la distancia al blanco (en nm). La segunda línea indica el tiempo que tardará el misil en llegar al blanco. La última línea muestra el ángulo de presentación del blanco, mostrándose la letra "U" por delante si la cabeza buscadora se ha desenjaulado (modo de búsqueda).

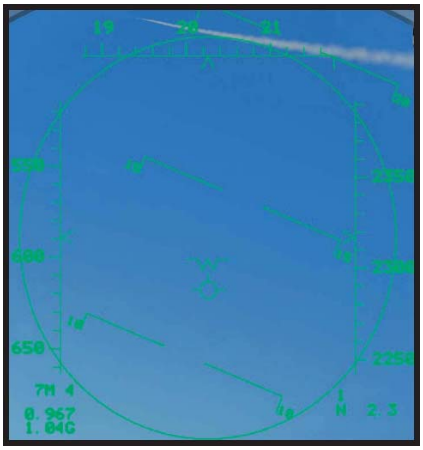
Cuando el blanco está a menos de 12.000 pies se muestra información adicional en el HUD:

- Una barra de rango aparece dentro del ASE. La barra cuenta hacia atrás en dirección contraria a las agujas del reloj, con unas marcas señalando los rangos de lanzamiento máximo y mínimo del AIM-9. Cuando el objetivo está a menor distancia que el rango mínimo de lanzamiento sobre el HUD se muestra una gran "X".
- Una indicación triangular de disparo aparece parpadeando bajo la caja de designación del blanco, indicando que las condiciones son favorables para un lanzamiento. El selector "Master Arm" debe estar en la posición de armado, el blanco debe estar entre el alcance mínimo y máximo del misil y el punto guía de rumbo debe estar dentro del círculo del ASE.

3.1.5 AIM-7 Sparrow

El AIM-7 es uno de los dos misiles de alcance medio (*Medium Range Missile* - MRM) que lleva el F-15C. El misil semiactivo AIM-7 requiere que el avión que lo lanza

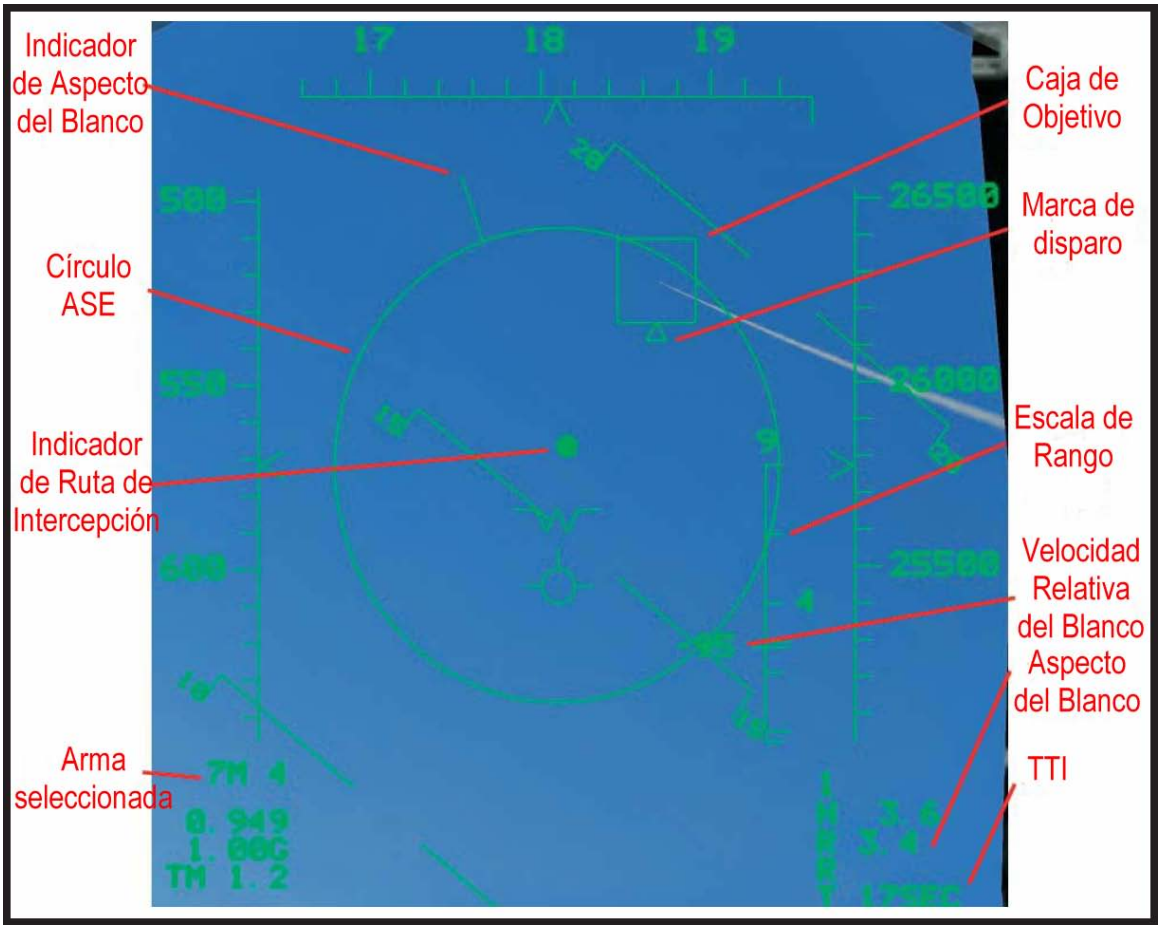
mantenga el blanco fijado en el radar durante todo el vuelo del mismo. Cuando se usa el AIM-7, el HUD tiene 4 presentaciones distintas.



Modo Desbloqueado (*Relaxed Display*)

El modo desbloqueado se muestra cuando se seleccionan los misiles AIM-7 sin un blanco fijado en el radar. La presentación básica del misil en el HUD contiene un círculo de referencia fijo que representa el cono de visión del misil. El tipo y cantidad de misiles aparece en la esquina inferior izquierda del HUD, por encima del número de Mach.

Modo Flood (Relleno)



El modo de Relleno activa inmediatamente la emisión de ondas de radar en un área muy amplia. El radar no se fija en ningún blanco, pero el AIM-7 puede dirigirse por las reflexiones (en los objetos situados dentro del cono de emisión) de las ondas de radar. La palabra "FLOOD" se muestra en la parte inferior derecha del HUD.

El círculo de referencia se amplia para indicar el área cubierta por el radar. Mientras el objetivo se encuentre dentro del círculo el misil lo seguirá, pero si el objetivo se sale el misil perderá la señal y se autodestruirá. Si dentro del círculo hay más de un objeto el misil seguirá a aquel que tenga una mayor sección transversal radar (RCS).

Modo Seguimiento

Esta pantalla se muestra cuando el radar ha fijado un blanco. El HUD muestra indicaciones de seguimiento del blanco fijado:

- La Caja de Designación (TD) aparece sobre el mismo.
- El punto guía muestra al piloto hacia dónde debe maniobrar el avión para situarse en posición de lanzamiento.
- El círculo de Error Admisible de Rumbo (*Allowable Steering Error* - ASE) proporciona un marco de referencia que representa la envolvente de lanzamiento del misil. Se ha de maniobrar el avión para situar el punto Guía en el centro del ASE. En el modo de misiles de alcance medio (MRM) el ASE cambia de tamaño. Un tamaño de círculo menor indica una mayor distancia al blanco. El círculo del ASE parpadea cuando la antena del radar se aproxima a los límites de su cardan (está próxima a los límites de su movimiento).
- El Indicador Angular aparece por fuera del ASE, indicando gráficamente el ángulo de presentación del blanco (*aspect angle*). Cuando la línea se encuentra en la parte superior del círculo el blanco se está alejando de nosotros, y si por el contrario ésta se encuentra en la parte baja del círculo eso significa que el blanco se mueve hacia nosotros.
- La Escala de Rango aparece en la parte derecha del HUD. El borde superior de la escala se corresponde con el alcance del radar (10, 20, 40, 80 ó 160 millas náuticas). Tres marcas señalan la distancia mínima de disparo (RMIN), el alcance máximo de disparo contra blancos que maniobran para esquivar (RTR) y el alcance máximo contra blancos que no tratan de maniobrar (RPI) del misil AIM-7. El símbolo ">" situado a la izquierda de la escala muestra la distancia hasta el blanco, con el número junto a él indicando su velocidad de aproximación.

- El bloque de datos que hay en la parte inferior derecha del HUD proporciona datos adicionales. La primera línea contiene una letra "R" (indicando un blocaje radar) seguido de la distancia al blanco en millas náuticas. La segunda línea muestra el tiempo que tardará el siguiente misil en llegar hasta el blanco, y la última línea proporciona el ángulo de presentación del blanco.
- El bloque de datos de la esquina inferior izquierda muestra el tipo y cantidad de misiles que quedan en la línea superior y el número de Mach en la segunda línea. Tras lanzar un misil AIM-7, la tercera línea muestra una cuenta atrás del tiempo que resta hasta la intercepción (*Time to Intercept* - TTI). Si se lanzan múltiples misiles, se mostrará el TTI para el último de los misiles lanzados.
- Una indicación triangular de disparo aparece parpadeando bajo la caja de designación del blanco, indicando que las condiciones son favorables para un lanzamiento. El selector "Master Arm" debe estar en la posición de armado, el blanco debe estar entre el alcance mínimo y máximo del misil, y el punto guía de rumbo debe estar dentro del círculo del ASE.

3.1.6 AIM-120

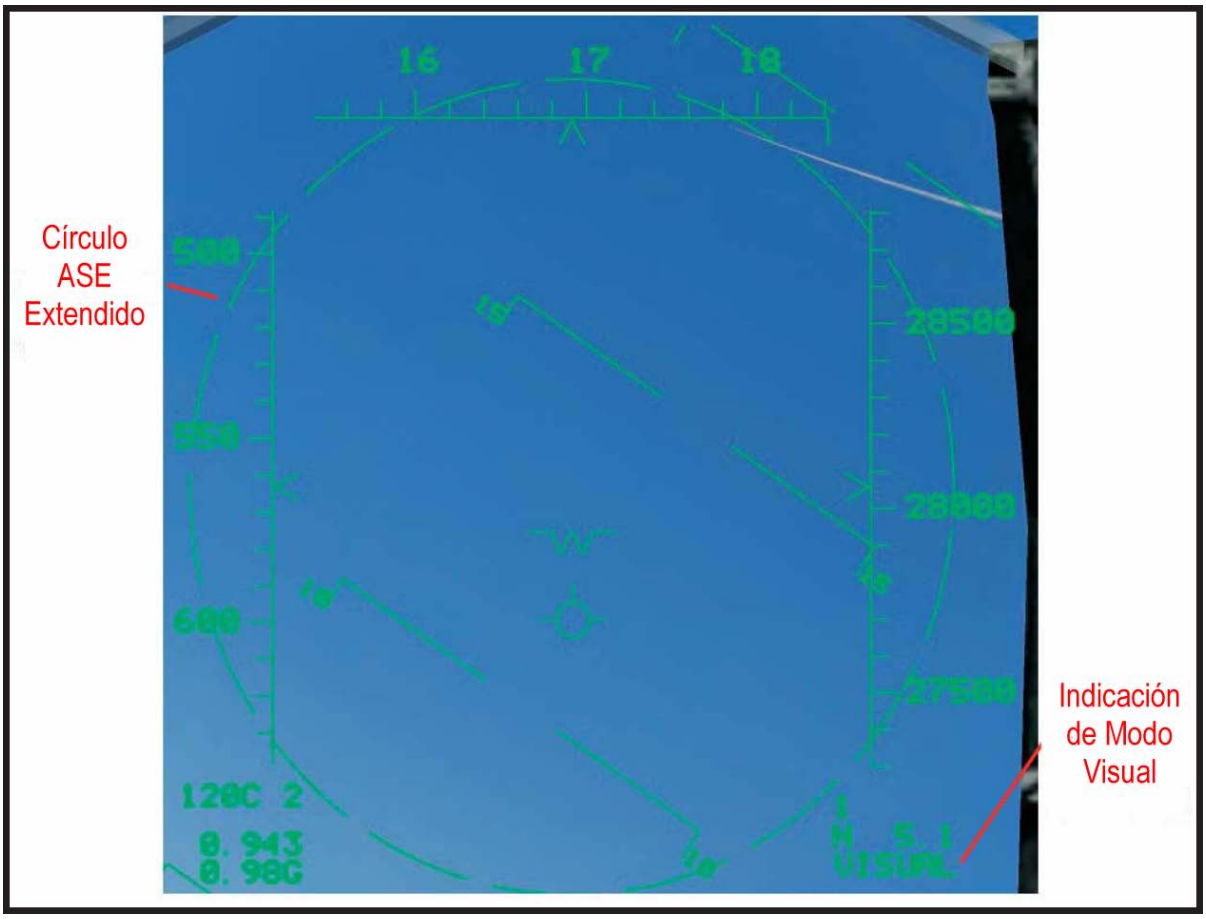
El AIM-120 es el principal misil de alcance medio (MRM) del F-15, con un rendimiento netamente superior al del AIM-7. A diferencia del AIM-7, el AIM-120 tiene su propio radar, usando las señales de guiado de la plataforma de lanzamiento para aproximarse al objetivo y activando su propio radar en la fase final del vuelo del misil.

Modo Visual

Cuando se selecciona el AIM-120 sin tener un blanco fijado en el radar el HUD se muestra en el modo visual, conteniendo un círculo de referencia de línea discontinua y la palabra "VISUAL" en la esquina inferior derecha del HUD. En la esquina inferior izquierda se muestran el tipo y cantidad de misiles restantes, por encima del número de Mach.

Para blancos dentro del rango visual, deberemos maniobrar para situarlos dentro del círculo de referencia. El misil no proporciona ninguna indicación de si ha fijado el objetivo. Dos segundos después de ser lanzado se activa el radar del misil, que seguirá al objeto con la mayor sección transversal radar que se encuentre dentro del círculo. El radar propio del AIM-120 es capaz de detectar blancos hasta 15 millas náuticas de distancia, y si no detecta ningún objetivo tras activar su radar efectuará una serie de giros en "S" a lo largo de su trayectoria

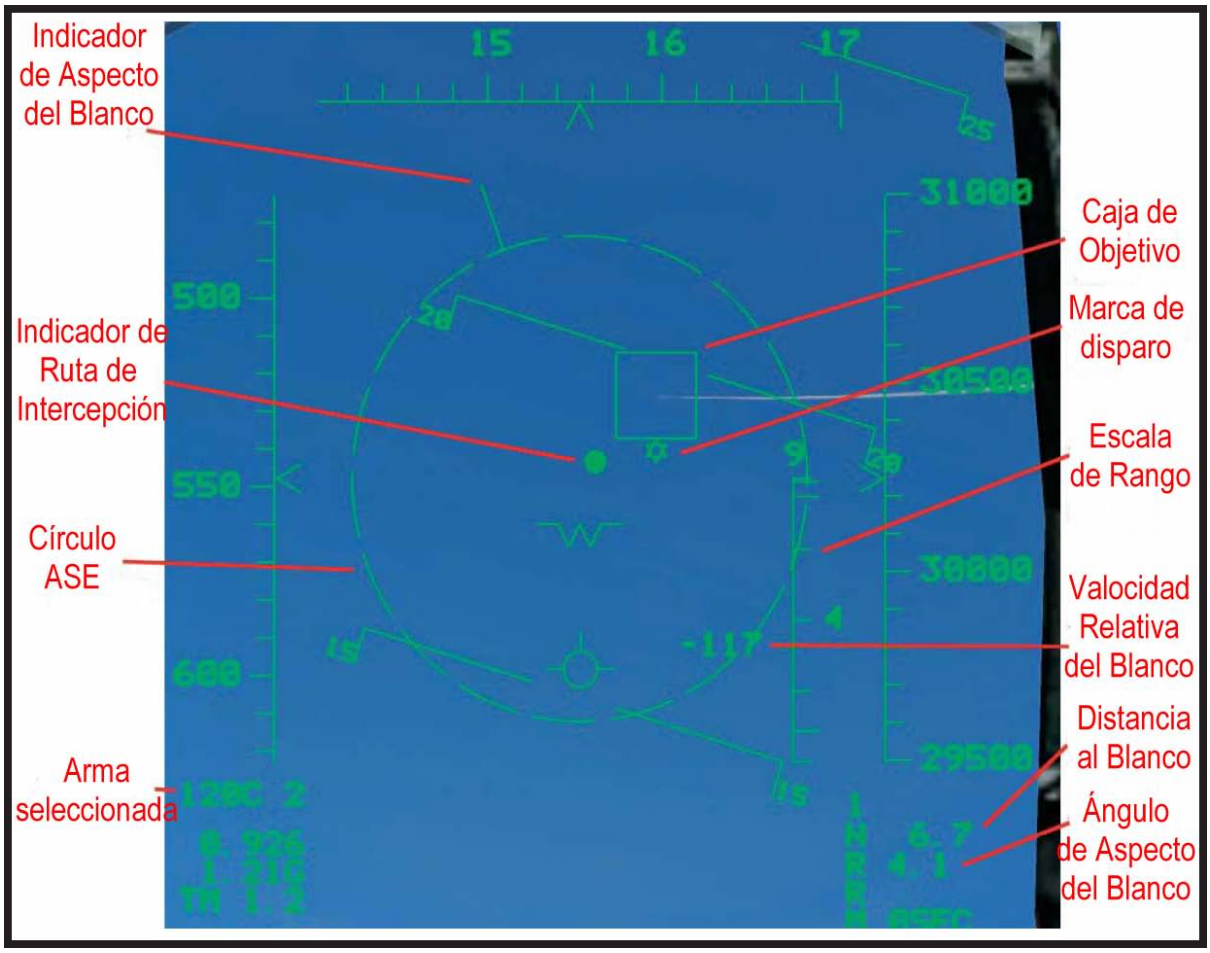
inicial, fijándose sobre el objeto con mayor sección transversal radar que encuentre.



Modo Seguimiento

Esta pantalla se muestra cuando el radar ha fijado un blanco. El HUD muestra indicaciones de seguimiento del blanco fijado:

- La Caja de Designación (TD) aparece sobre el mismo.
- El punto guía muestra al piloto hacia dónde debe maniobrar el avión para situarse en posición de lanzamiento.
- El círculo de Error Admisible de Rumbo (*Allowable Steering Error* - ASE) proporciona un marco de referencia que representa la envolvente de lanzamiento del misil. Se ha de maniobrar el avión para situar el punto Guía en el centro del ASE. En el modo de misiles de alcance medio (MRM) el ASE cambia de tamaño. Un tamaño de círculo menor indica una mayor distancia al blanco. El círculo del ASE parpadea cuando la antena del radar se aproxima a los límites de su cardan (está próxima a los límites de su movimiento).



- El Indicador Angular aparece por fuera del ASE, indicando gráficamente el ángulo de presentación del blanco (*aspect angle*). Cuando la línea se encuentra en la parte superior del círculo el blanco se está alejando de nosotros, y si por el contrario ésta se encuentra en la parte baja del círculo eso significa que el blanco se mueve hacia nosotros.

Los misiles son más efectivos contra blancos con un menor ángulo de presentación.

- La Escala de Rango aparece en la parte derecha del HUD. El borde superior de la escala se corresponde con el alcance del radar (10, 20, 40, 80 ó 160 millas náuticas). Tres marcas señalan la distancia mínima de disparo (RMIN), el alcance máximo de disparo contra blancos que maniobran para esquivar (RTR) y el alcance máximo contra blancos que no tratan de maniobrar (RPI) del misil AIM-120. El símbolo “>” situado a

la izquierda de la escala muestra la distancia hasta el blanco, con el número junto a él indicando su velocidad de aproximación.

- El bloque de datos que hay en la parte inferior derecha del HUD proporciona datos adicionales. La primera línea contiene una letra "R" (indicando un blocaje radar) seguido de la distancia al blanco en millas náuticas. La segunda línea muestra el tiempo que tardará el siguiente misil en llegar hasta el blanco, y la última línea proporciona el ángulo de presentación del blanco.
- El bloque de datos de la esquina inferior izquierda muestra el tipo y cantidad de misiles que quedan en la línea superior y el número de Mach en la segunda línea. Tras lanzar un misil AIM-120, la tercera línea muestran la cuenta atrás del tiempo que resta hasta la activación del radar del misil (*Time to Activate* - TTA) y la cuenta atrás del tiempo que resta hasta la intercepción (*Time to Intercept* - TTI). Si se lanzan múltiples misiles, se mostrará el TTI para el último de los misiles lanzados.
- Una indicación de disparo compuesta por 6 puntitos aparece parpadeando bajo la caja de designación del blanco, indicando que las condiciones son favorables para un lanzamiento. El selector "Master Arm" debe estar en la posición de armado, el blanco debe estar entre el alcance mínimo y máximo del misil, y el punto guía de rumbo debe estar dentro del círculo del ASE.

3.1.7 modos de auto adquisición

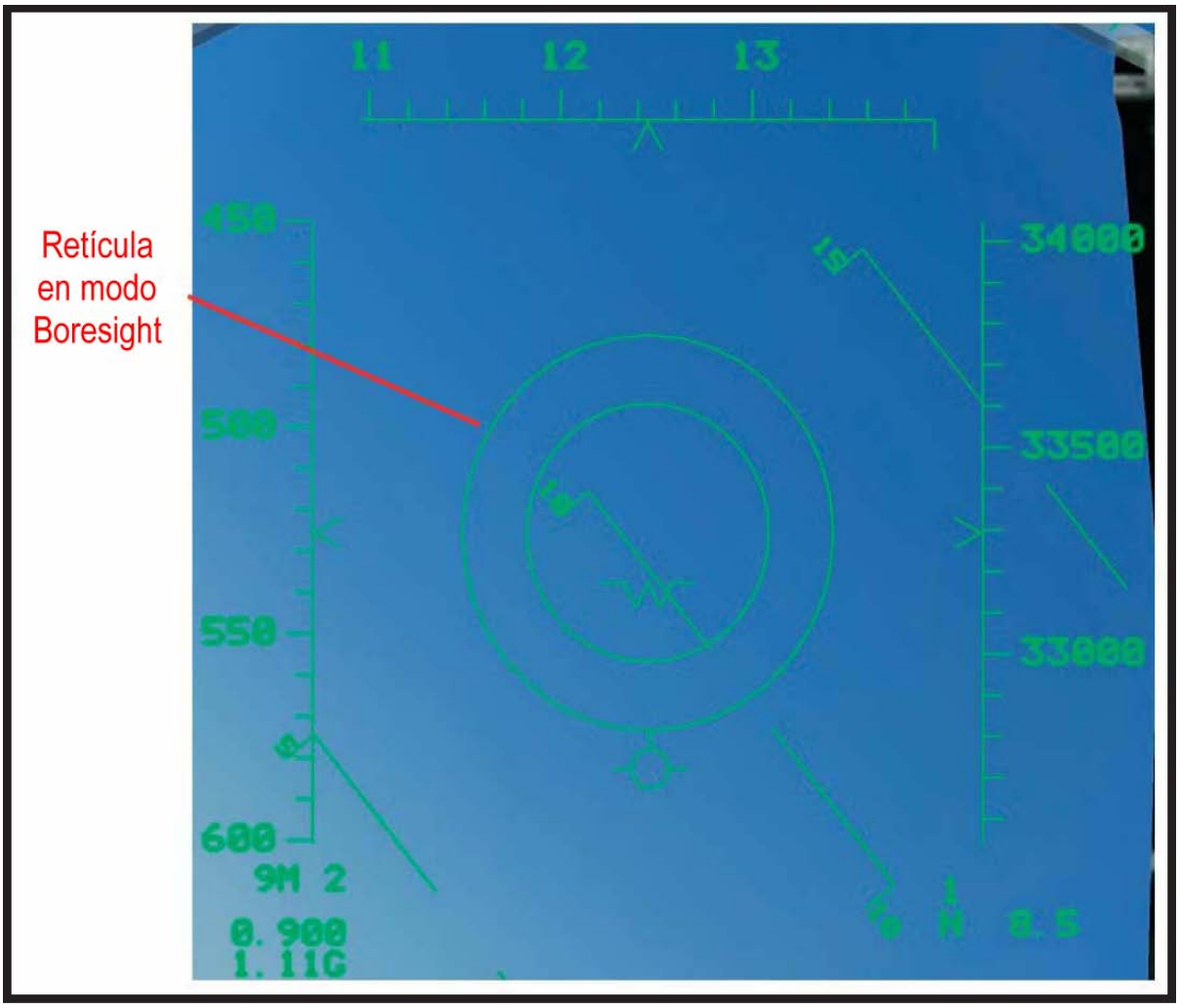
El radar del F-15 soporta tres modos de adquisición automáticos. Los modos de auto-adquisición utilizan modelos de exploración predeterminados para buscar objetivos en rangos cortos (menos de 10 millas náuticas) objetivos. Las instrucciones de uso para modos de radar de auto-adquisición pueden ser consultadas en el capítulo **Sensores**.

Seleccionar un modo de auto-adquisición con un objetivo fijado en el radar provoca que se pierda el contacto y la búsqueda comience de nuevo.

Boresight (BST)

En el modo Boresight (BST), el radar busca en un área limitada directamente en frente del avión en un rango de 10 millas náuticas. El círculo de referencia de boresight aparece centrado en el HUD. Dicho círculo representa el campo de

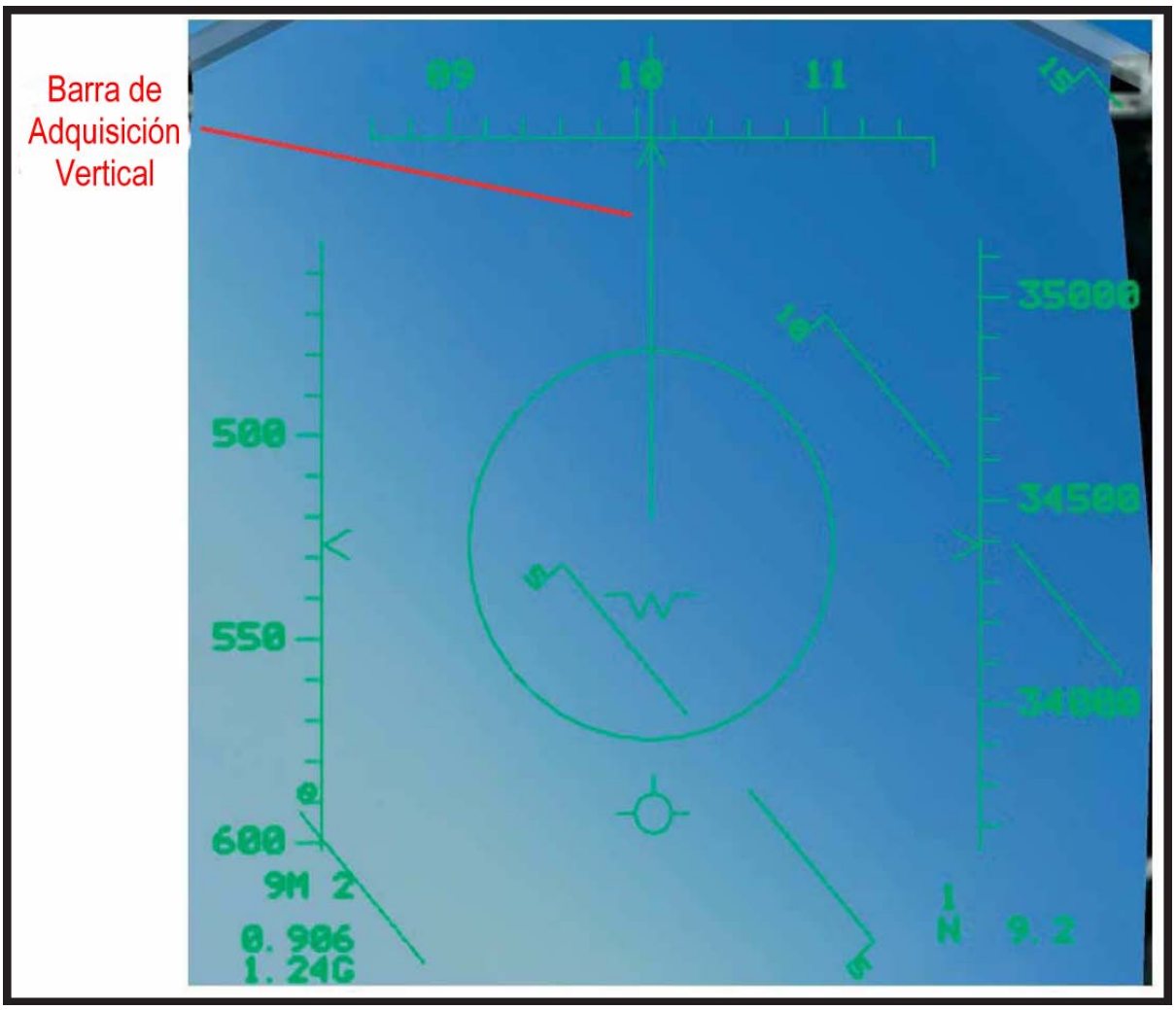
visión del radar en el modo BST. El radar fijará el primer objetivo que encuentre dentro del espacio aéreo que representa.



Vertical scan

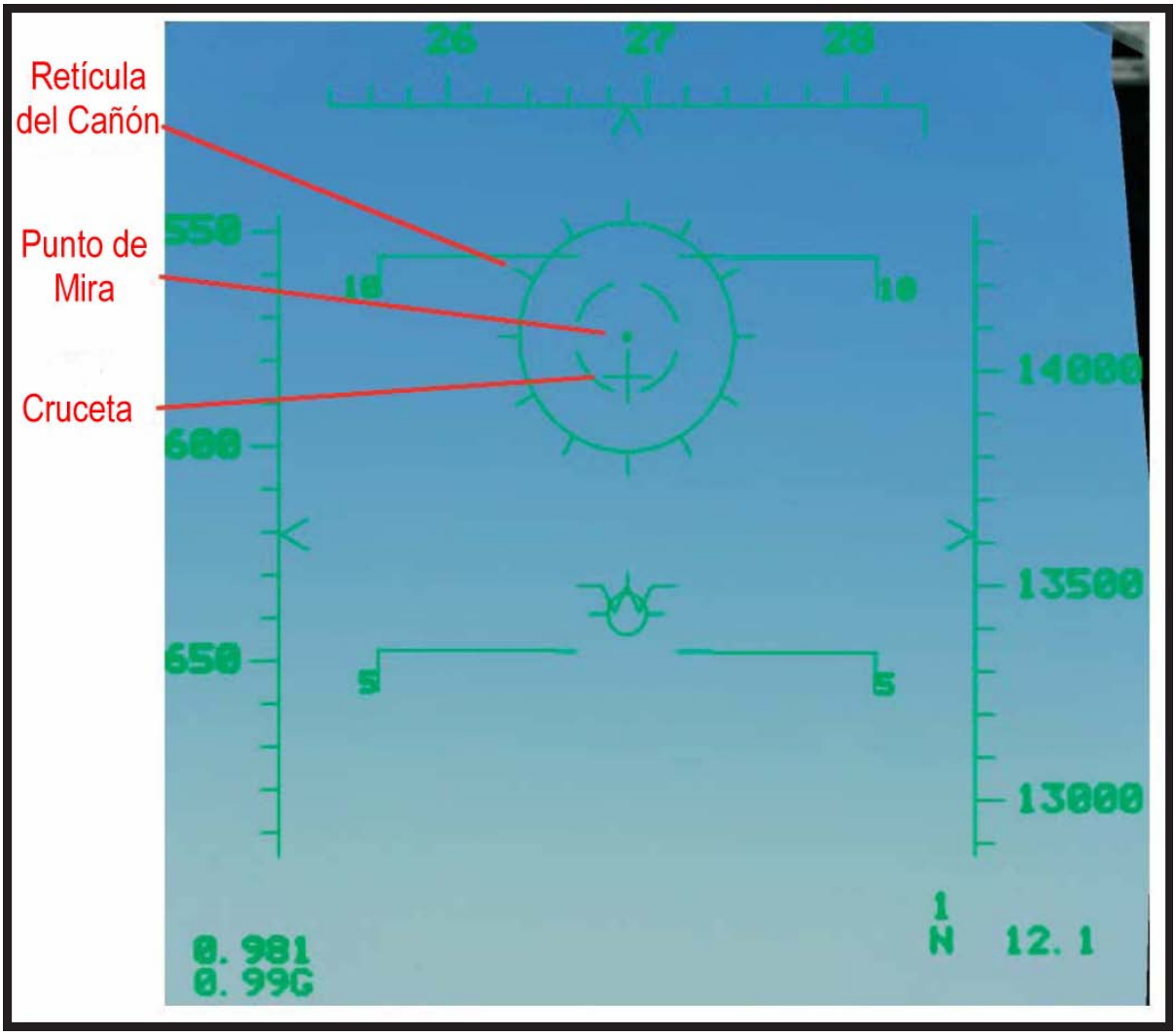
Diseñado para el combate cercano, el modo de exploración vertical dirige la antena del radar a un modo de exploración de 7, 5 ° de ancho por 50° de alto.

Este modo se representa en el HUD por una línea de referencia vertical que indica la zona aproximada donde el radar está buscando. El radar fijará al primer blanco que esté en esa zona dentro de las 10 millas náuticas.



Modo Cañón

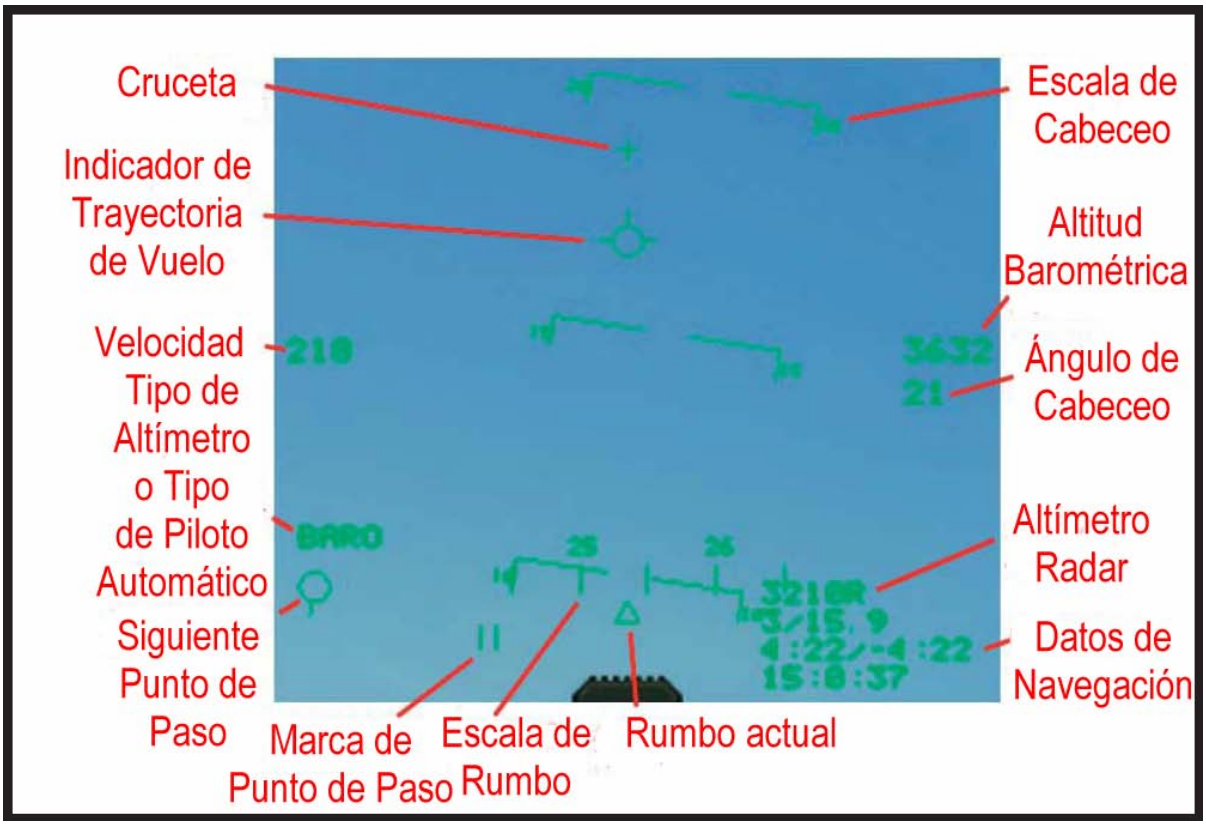
El modo Cañón proporciona un área de búsqueda de ±30º de ancho por y ±10º de alto. El alcance máximo es de 10 millas náuticas y fijará al primer blanco que entre en el área explorada.



3.2 MODOS DEL HUD DEL A-10A

3.2.1 Simbología básica del HUD

Hay varios indicadores que son comunes para todos los modos de HUD del A-10A:

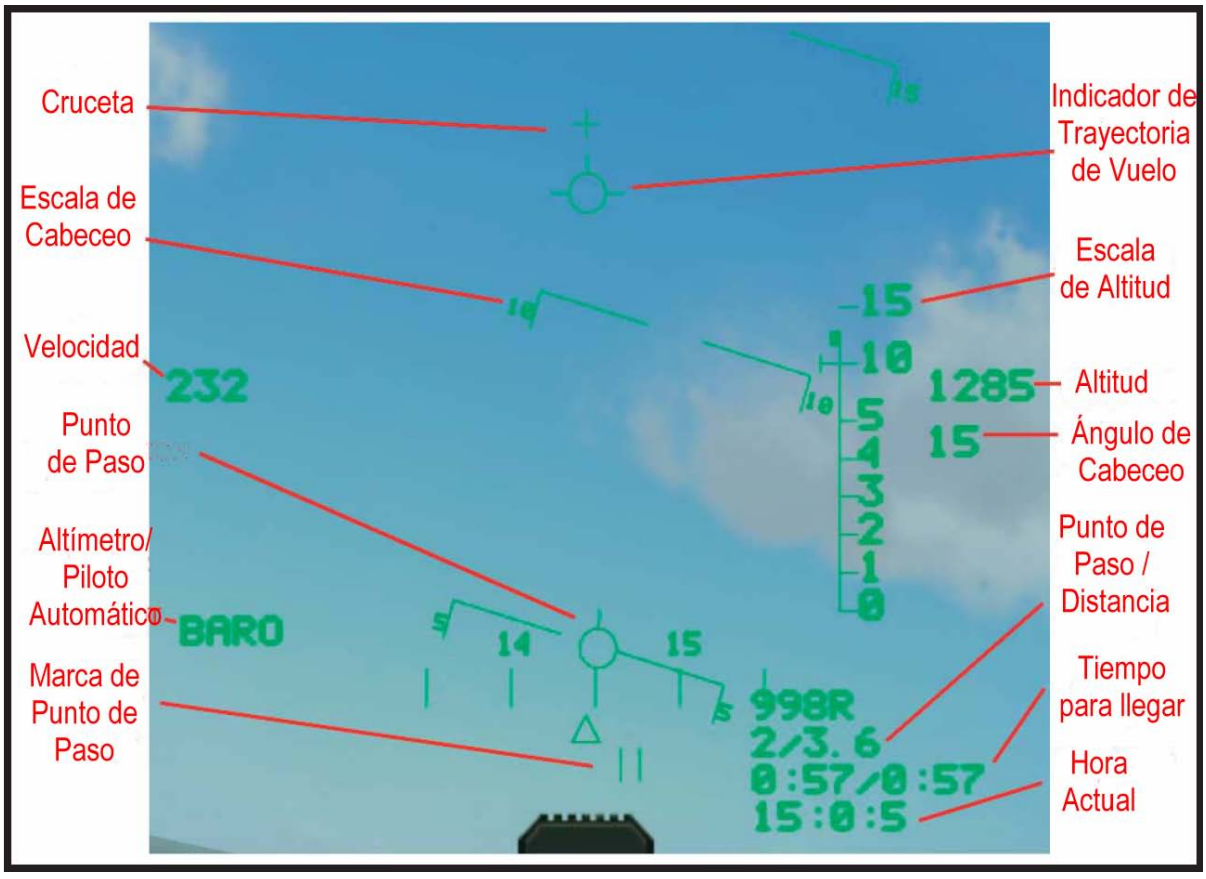


- El rumbo al que se dirige el avión aparece en el borde superior de la pantalla, mostrándose en valores redondeados (por ejemplo, 270 aparece como 27).
- La lectura digital presente en la esquina superior izquierda muestra la Velocidad Indicada (IAS) expresada en nudos.
- La lectura digital presente en la esquina superior derecha muestra la altitud sobre el nivel del mar (MSL) expresada en pies.
- El ángulo de cabeceo aparece justo debajo del indicador de altitud.
- El vector de la velocidad se sitúa en la zona central del HUD e indica la dirección en la que se mueve el avión, que no tiene que ser necesariamente en la misma en la que apunta el morro por cuestiones de potencia, deslizamiento lateral, ángulo de ataque, etc.

- La escala de cabeceo aparece en medio del HUD centrada en el vector de velocidad. Muestra el cabeceo del avión medido en incrementos de 5º. La escala se mueve a la izquierda y a la derecha reflejando el derrape indicado en el ADI. Para compensar este derrape hay que pisar el pedal del timón del lado hacia el que se produce el derrape.

3.2.2 Modo de Navegación

Como el nombre indica, el modo de la navegación proporciona las indicaciones necesarias para alcanzar el siguiente punto de paso dentro de la ruta programada. Por otro lado, el modo ILS proporciona la información necesaria para los aterrizajes.



Navegación básica

El modo básico de la navegación proporciona las indicaciones necesarias para llegar al siguiente punto de paso. A parte de las indicaciones básicas, el HUD muestra la siguiente información:

- El indicador del altímetro radar, que aparece al lado derecho y que muestra la altitud exacta del avión con respecto al suelo (AGL). Un signo de intercalación en la barra muestra la altitud del avión, mientras que la lectura digital aparece en la parte inferior en forma de la cifra de altitud expresada en pies seguida de la letra "R".
- La información sobre el siguiente punto es presentada debajo de la lectura del altímetro radar. La primera cifra indica el número del punto de paso seleccionado, mientras que la cifra situada tras la barra ("/") indica la distancia en millas náuticas para llegar a él.
- El cronómetro situado bajo en indicador de distancia muestra el tiempo que falta para llegar al punto de paso seleccionado a la velocidad actual. El cronómetro situado a la derecha de la barra ("/") indica el tiempo de antelación o de retraso que se lleva en relación a la hora prevista de llegada. Un número negativo indica una llegada con retraso.
- La hora actual se muestra bajo los cronómetros.
- El indicador de dirección se mueve a lo largo de la cinta de rumbo inferior, mostrando la dirección en la que se encuentra el punto de paso seleccionado.
- El "renacuajo" o indicador de destino se mueve a lo largo del HUD e indica la dirección en la que está el punto de paso en relación al rumbo que lleva el avión.
- El texto situado en la esquina inferior izquierda del HUD indica el modo del piloto automático:
    - *PATH HLD*: manteniendo ruta.
    - *ALT HLD*: manteniendo altitud.
    - *BARO*: no hay ningún modo activado.

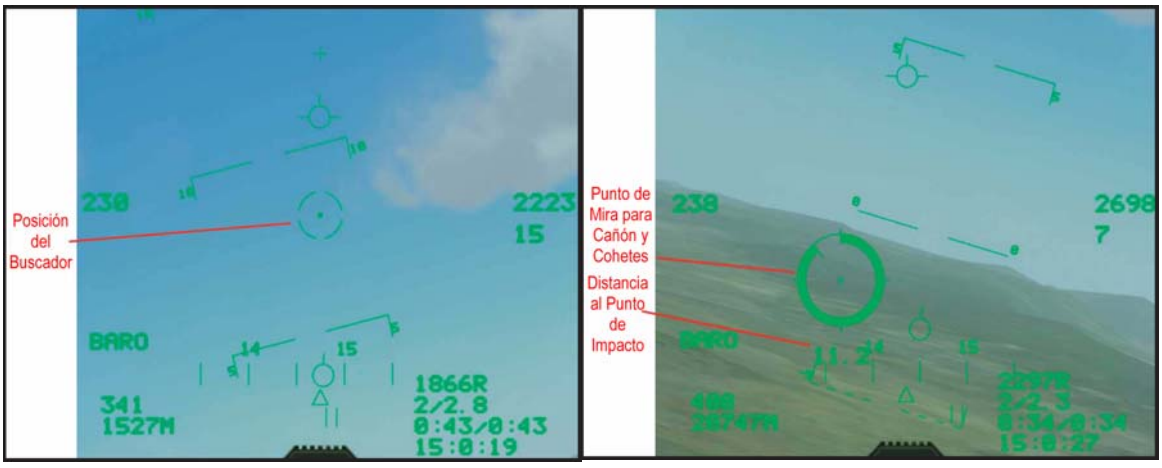
Modo ILS

Cuando el modo ILS esta conectado, el HUD muestra los siguientes indicadores además de los mencionados:

- Las agujas ILS aparecen en el centro del HUD. La barra horizontal representa la altitud óptima y la barra vertical representa el curso adecuado. Al igual que las barras del ADI, maniobra para mantener el vector de vuelo a la altitud y en el rumbo que indican las barras ILS del HUD.

3.2.3 Modos de cohetes, misiles y cañón

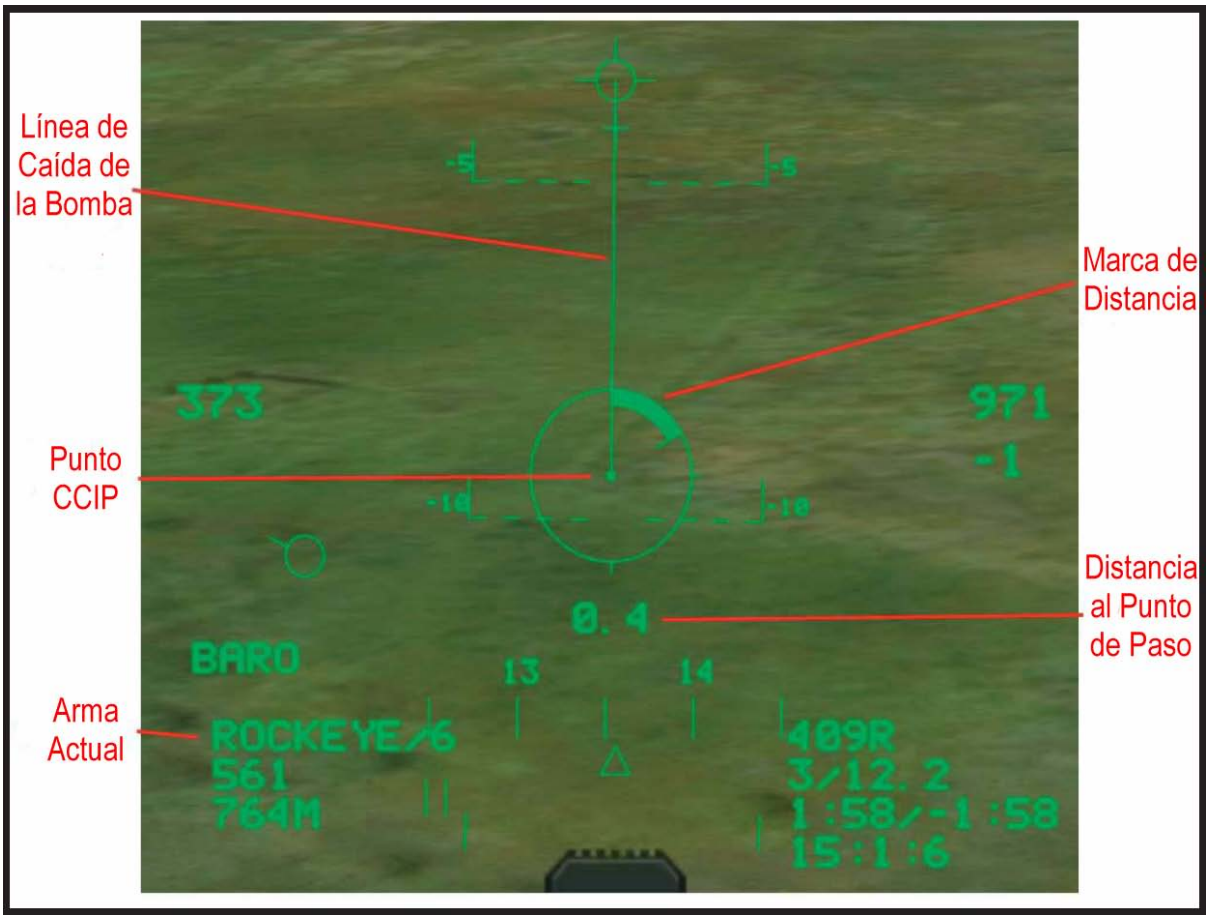
La HUD muestra una simbología similar cuando se seleccionan los cohetes, los misiles o el cañón como arma principal de ataque. La altitud indicada por el altímetro radar desaparece para no sobrecargar de información el HUD. En su lugar aparece:



- Con el cañón seleccionado: el Punto de Impacto Continuamente Calculado (CCIP) o "pipper", aparece indicando el lugar donde impactarán los proyectiles si son disparados en ese mismo instante. Sobre el punto de mira se desplaza una barra que indica la distancia existente hasta el punto de impacto. La marca de rango máximo señala el alcance máximo eficaz para el cañón del 30mm.
- Con un misil AIM-65 seleccionado: el símbolo del Maverick aparece en el HUD indicando el lugar exacto hacia donde está apuntando el buscador del misil.
- Con cohetes seleccionados: el pipper del cohete aparece sobre la HUD indicando dónde harán impacto los cohetes de ser disparados en ese instante.
- El tipo de arma seleccionado está indicado en la parte inferior izquierda del HUD.
- En la esquina inferior izquierda, bajo el nombre del arma, aparece la altitud sobre el nivel del mar del punto sobre el que está situado el pipper. Bajo éste aparece otra cifra que muestra la distancia del avión a dicho punto.

3.2.4 Modo de bombardeo

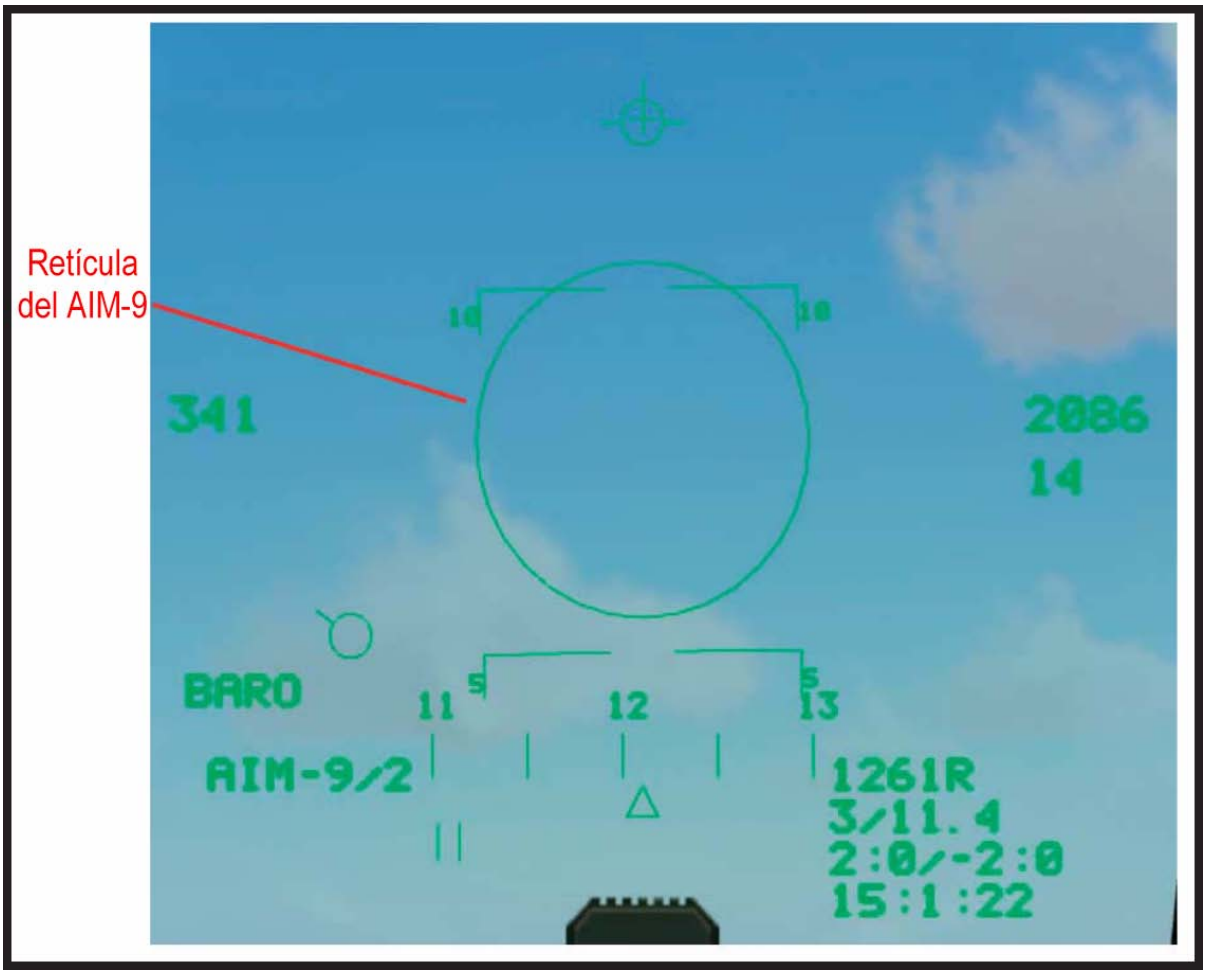
El modo de bombardeo con bombas de caída libre es casi idéntico al modo de misil/cañón:



- El punto de mira indica donde caerán las bombas de lanzarse en ese momento.
- El punto de mira incluye la barra que indica la distancia al objetivo. El rango máximo para las bombas de caída libre depende de la altitud y velocidad a la que sean lanzadas.
- La línea de caída de bomba aparece en el HUD uniendo el punto que indica la dirección del morro con el punto de mira.

3.2.5 Modo Aire-Aire

Cuando está activo el modo aire-aire aparece en el HUD información relativa al lanzamiento del misil AIM-9 misil IR. Si se selecciona al cañón en este modo, aparecen unas líneas con forma de embudo que ayuda a apuntar el arma. La información mostrada es similar a la mostrada en el modo básico salvo en lo siguiente:



- Con el AIM-9 seleccionado aparece un círculo en el centro del HUD representando el campo de visión del misil. Para fijarlo deberás de maniobrar con el avión de tal manera que el objetivo esté situado dentro del círculo. Una vez fijado el objetivo, debe permanecer dentro del círculo o se romperá el seguimiento.

- Si seleccionamos el modo Cañón aparece en el HUD el punto de mira. Da una estimación de la distancia al objetivo al estar calibrado en función de la envergadura de un caza. Maniobra para conseguir meter al objetivo dentro del embudo de tal forma que las puntas de las alas toquen ambos lados.

3.3 MODOS DEL HUD DEL SU-27 Y MIG-29

INTRODUCCIÓN A LA AVIÓNICA Y SISTEMAS DE COMBATE

LOMAC nos ofrece una simulación compleja y realista de la aviónica del Su-27 y Su-33. Desde el punto de vista occidental, este sistema es inadecuado creando mucha carga de trabajo en el piloto. Deberemos aprender a manejar estos sistemas y a compenetrarnos con las limitaciones de diseño de estos aviones.

Todas las representaciones del HUD recaen en tres grandes categorías: Navegación, Aire-Aire y Aire-Tierra. Los submodos muestran diferentes tipos de información. Hablando en plata, generalmente no es necesario utilizar todos los submodos para cada categoría, sin embargo, cada submodo está diseñado para una tarea específica.

Pantallas Rusas vs Occidentales

Para crear la simulación más auténtica de los aviones rusos, todos los indicadores de HUD están en cirílico por defecto. Pero podrás cambiarlo en el menú de opciones, sección *Miscellaneous*.

La presentación de datos emplea unidades métricas: la altitud en metros y la velocidad en kilómetros por hora.

Navegación

Los modos de navegación son los primarios y la mejor manera de situarte en el campo de batalla. Hay cuatro submodos de navegación:

Designación rusa	Pronunciación	Designación inglesa	Función	Propósito
HAB	“nav”	**NAV**	Navegación	Navegación manual

МАРШ	“marsh”	**ENR**	Ruta	Navegación asistida
БОЭБ	“vosv”	**RTN**	Retorno	Retorno a la base de partida
ПОС	“pos”	**LNDG**	Aterrizaje	Sistema ILS

Para cambiar entre los distintos submodos de navegación pulsa repetidamente la tecla 1.

Modo НАВ (NAV) – Modo de navegación manual

El modo de navegación manual es el primero de los submodos y es el primero que aparece al pasar de cualquier otro modo (AA o AG) al modo de navegación. Este modo proporciona la información estrictamente necesaria para la navegación. En el HUD se muestra información referente a la velocidad, la altitud y la actitud de vuelo, mientras que en el MFD se muestra la situación de los aeropuertos y del portaaviones Admiral Kuznetzov de encontrarse en las inmediaciones.

Modo МАПШ (ENR) – Modo de navegación asistida

El modo ENR es el modo a usar cuando tenemos una ruta de vuelo prefijada. Se selecciona pulsando la tecla 1 hasta que la etiqueta ENR aparece en la esquina inferior derecha del HUD.

Cada punto de la ruta de vuelo está definido por sus coordenadas en tierra, una altitud y una velocidad. El modo ENR muestra esa información: la altitud y la velocidad deseadas aparecen en la parte superior del HUD, sobre las lecturas digitales de la altitud y la velocidad actual de vuelo; en cuanto a la situación de

los puntos de paso aparece en forma de círculo en el MFD, con un recuadro recubriendo el punto de paso actualmente seleccionado. En el HUD aparece también un círculo indicando la senda de vuelo deseada. Sitúa el vector de dirección dentro de dicho círculo y te estarás dirigiendo directamente hacia el punto de paso seleccionado. Los números que aparecen en la parte inferior, en el centro, indican la distancia que queda al punto de paso seleccionado expresada en kilómetros.

Instrumentos de reserva

El panel de instrumentos también nos da información de navegación. El MFD indica tu posición, la de los puntos de paso y el rumbo hacia el punto de paso seleccionado. El ADI indica mediante las barras amarillas el ángulo de alabeo y cabeceo deseado, mientras que HSI muestra el rumbo y la distancia al punto de paso seleccionado. En caso de fallo del HUD puedes seguir navegando utilizando estos instrumentos.

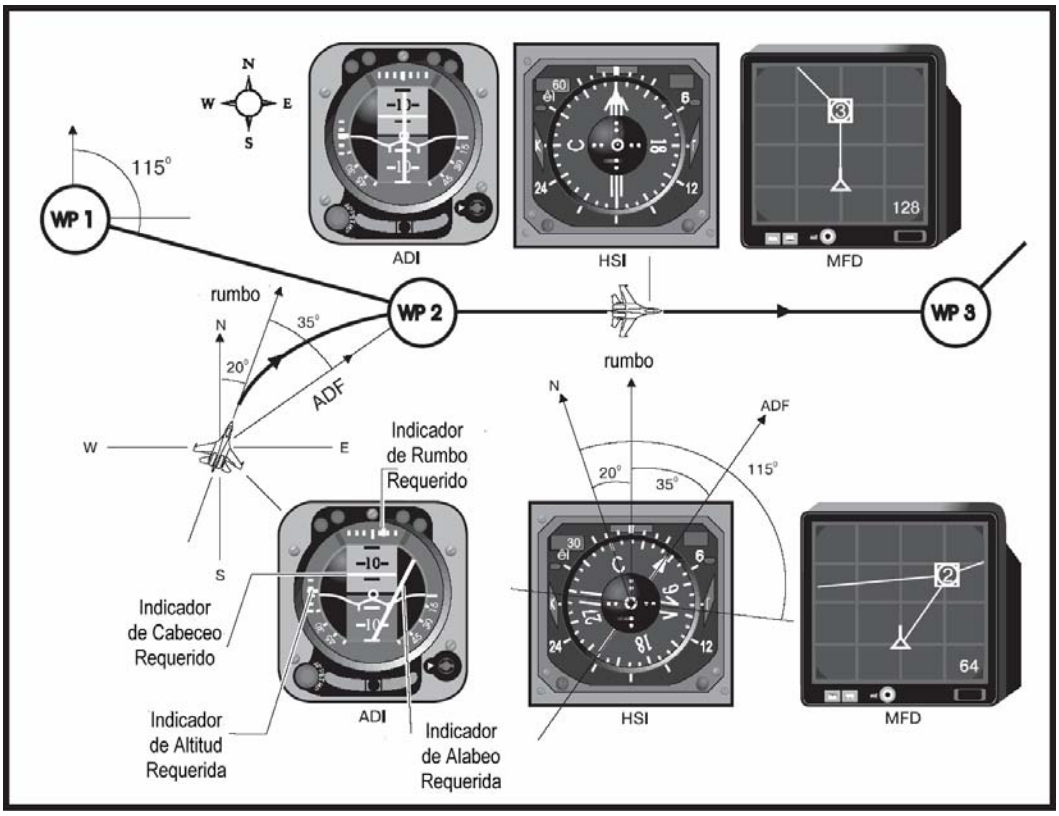
El modo ENR no muestra ningún tipo de información de combate, por lo que deberás seleccionar uno más adecuado y utilizar los instrumentos para orientarte. Presiona la tecla º para seleccionar el siguiente punto de paso.

En la figura siguiente el avión se aproxima al punto de paso 2 sin estar alineado, con una desviación de 35º a la izquierda. Esto lo vemos en el HSI (Ver los instrumento en la parte de debajo de la figura), el rumbo actual es 20 y la flecha del ADF marca 55º. La distancia al punto de paso 2 es de 30 Km (esquina superior izquierda del HSI). El radial deseado y la ruta de vuelo del punto de paso 1 al 2 se muestran en el marcador de ruta de vuelo (la aguja más larga). En otras palabras, la aguja ADF apunta directamente al siguiente punto de paso mientras que los marcadores de ruta de vuelo apuntan al plan de vuelo programado.

El ADI también nos muestra el error entre el rumbo del avión y el rumbo del siguiente punto de paso. La aguja del ángulo de alabeo apunta a la derecha, indicando al piloto que debe de girar a la derecha para pasar por el siguiente punto. Si el avión está en su curso la aguja estará centrada. La aguja de la altitud

requerida en la izquierda del ADI nos muestra que el avión está muy cercano a la altitud deseada.

Si el avión está en el plan de vuelo deseado las líneas del HSI se encuentran mirando hacia arriba y alineadas, del mismo modo, la aguja del indicador de alabeo también estará hacia arriba

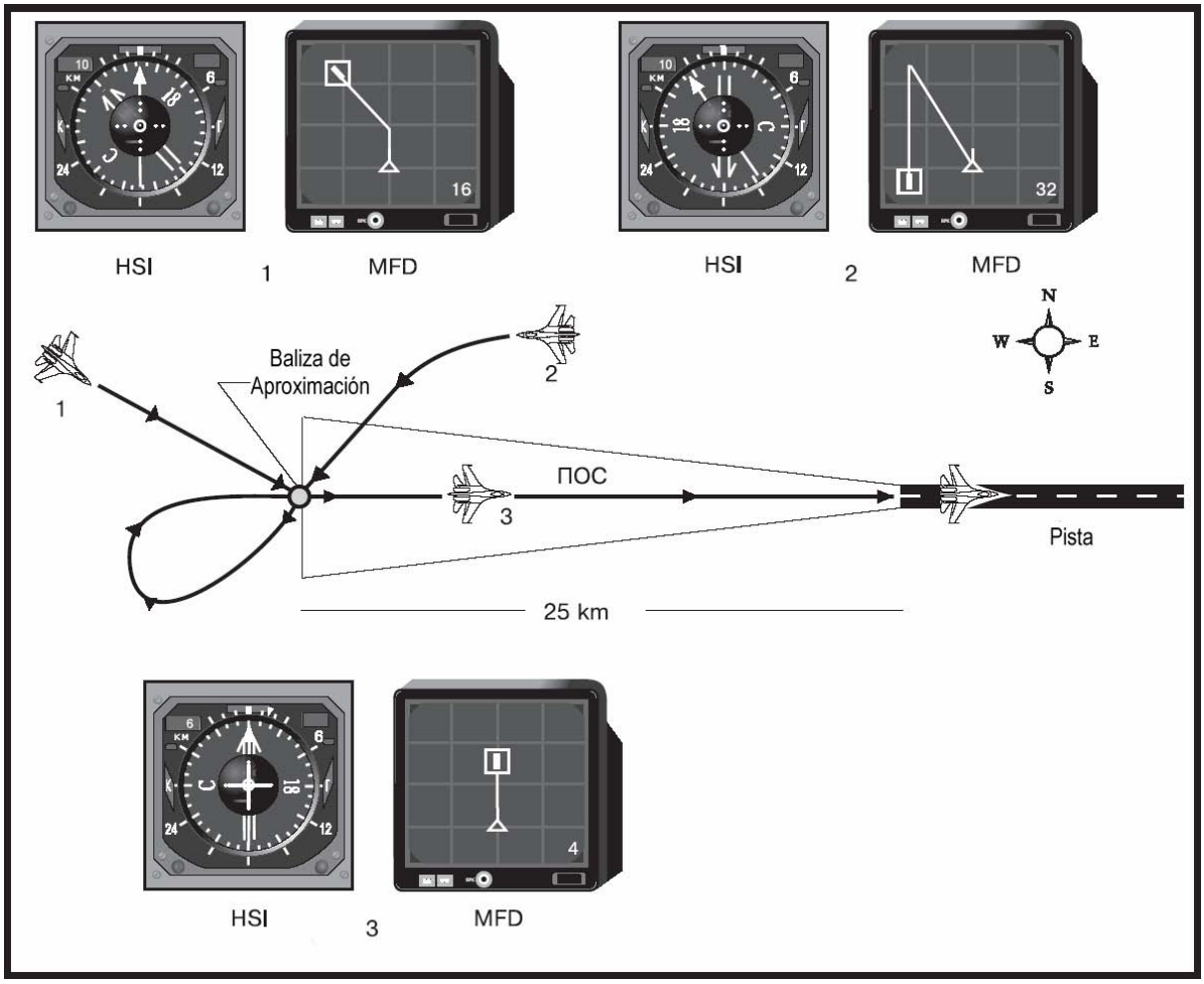


Modo БОЭБ (RTN) – Modo de retorno

El submodo БОЭБ (RTN) te lleva directo al punto inicial de aproximación (IAF) de para la pista en la que vamos a aterrizar. Piensa en el IAF como en el último punto que debe ser sobrepasado para llegar a base. Allí podrás interceptar el sistema de

aterrizaje instrumental (ILS) y comenzar la aproximación. El modo de retorno es idéntico al ENR excepto en que el RTN tiene solamente un punto de paso, el IAF.

Selecciona el submodo RTN presionando la tecla 1. Para cambiar de pista y aeropuerto donde aterrizar y por consiguiente de IAF, debes pulsar la tecla º para cambiar entre los aeropuertos disponibles.



Cuando vueles hacia el IAF la flecha ancha del HSI siempre indicará el rumbo de variación respecto al aeropuerto, que normalmente será el mismo que el rumbo de la pista. La figura de arriba ilustra las lecturas del HSI y del MFD para tres aviones con tres posiciones relativas al rumbo de aproximación. El avión 1 está a 10 Km de la baliza y volando con rumbo 135, directo al IAF. El avión 2 está a 10km del IAF y el rumbo requerido es 35°. En otras palabras. El piloto gira 35º a la izquierda para volar directo al IAF. El avión 3 está volando en el rumbo de pista, entre la pista y el IAF. En este caso, el MFD muestra sólo una línea recta de la pista al símbolo del avión.

Cuando el avión supera el IAF, el software de navegación selecciona automáticamente el submodo de aterrizaje (LNDG).

Modo ПОС (LNDG) – Modo de aterrizaje con ILS

Puedes acceder directamente a este submodo presionando la tecla 1 repetidas veces hasta que el indicador de LNDG aparezca en el HUD. Si el aeropuerto está equipado con ILS, aparecerán las barras del localizador y de la senda de planeo y en la parte derecha del HUD un indicador vertical de velocidad. La velocidad vertical óptima para tomar tierra es de 1 a 1.5 m/s.

RADAR Y SISTEMAS ELECTRO-ÓPTICOS

El Sistema de Control de Armamento (*Weapons Control System* - WCS) del Su-27 y del Su-33 integra los datos del armamento y del objetivo, provenientes de los siguientes sistemas:

- Radar Zhuk-27 o Miech-33.
- Sistema Electro-Óptico 36-Sh (*Electro-Optical System* - EOS).
- Software integrado de gestión de armamento.
- Hardware y software de puntería de las armas.
- Sistema de presentación de datos (MFD y HUD).
- Sistema de Identificación Amigo-Enemigo por contraseña (IFF), que procesa las señales de los transpondedores.
- Sistema de puntería montado en el casco (HMTD).
- Target data feed from AWACS

Radar Zhuk-27 (Su-27 y Su-33)

El radar Phazotron Zhuk-27 (Beetle) es un radar de impulsos doppler, resistente a las contramedidas electrónicas con una antena orientable de 700 mm de diámetro, con las siguientes características en modo aire-aire:

- Posibilidad de búsqueda y disparo hacia abajo.
- Capacidad para seguir a más de 24 contactos en modo búsqueda (RWS).
- Puede fijar hasta 8 blancos mientras busca otros contactos (TWS).

La RCS del objetivo o lo que es lo mismo, la cantidad de energía que refleja el objetivo, afecta considerablemente a las prestaciones en cuanto a detección del radar. Por lo general, los objetivos grandes reflejan gran cantidad de energía, de modo que un B-52, por ejemplo, podría ser detectado a mucha más distancia que un F-16. Para un contacto con una RCS de 3 m^2 (RCS típica de un caza) el Zhuk-27 tiene un rango máximo de detección de 150 Km (93 millas) cuando el contacto se acerca, y de 55 Km (34 millas) cuando el contacto se aleja.

El radar emite pulsos de radio de frecuencia (dentro de la banda X) y fase prácticamente iguales. El radar calcula la distancia a la que se encuentra el contacto en base al tiempo que tardan las ondas reflejadas en llegar. A mayor distancia mayor tiempo tardan las ondas en volver. Cuando los pulsos son reflejados por un contacto en movimiento la frecuencia cambia debido al efecto doppler. Cuando el radar apunta al suelo, como es lógico, recibe gran cantidad de ecos. Estos ecos se conocen con el nombre de "ruido de fondo". Los sistemas de radar de última generación sacan partido del efecto doppler y filtran los ecos estacionarios, la mayor parte de ellos debido al ruido de fondo. Sin embargo esto produce un efecto lateral y es que un contacto moviéndose en la perpendicular del emisor aparecerá para el radar como estático y será eliminado. Este efecto recibe el nombre de "beaming" y es una defensa efectiva contra los radares de impulsos doppler.

Para encender el radar pulsa la tecla I. El símbolo (I en el alfabeto occidental y que indica "Iluminación") aparece en la parte izquierda del HUD e indica que el radar está activo. Si la indicación no aparece cuando enciendes el radar es síntoma de que este último no funciona correctamente.

Sistema Electro-Óptico 36-Sh (EOS)

El radar está apoyado por el Sistema Electro-Óptico 36-Sh (EOS) diseñado por NPO Geophysica. El EOS puede encontrar blancos por el contraste térmico con gran fiabilidad. Combina un telémetro láser (con un rango efectivo de 8 Km / 5 millas)

con un sistema IRST (Búsqueda y Seguimiento por Infrarrojos, con un rango máximo de 50 Km / 31 millas). Ambos sistemas usan los mismos instrumentos ópticos, que constan de un sistema periscópico de espejos y lentes articuladas montado en el morro, justo delante de la carlinga. El sensor, con forma esférica, puede moverse en el eje vertical (15º hacia abajo y 60° hacia arriba) y en el eje horizontal (60° a derecha y a izquierda). La actualización de la información depende del campo de visión del sensor y se produce cada 2 segundos cuando se busca en una zona amplia, y cada 0,05 segundos cuando está siguiendo a un contacto.

El EOS es un sistema pasivo (no emite señales detectables) y se limita a recibir las señales infrarrojas del objetivo. Esto permite al piloto atacar por sorpresa. El rango máximo de detección depende del aspecto del blanco y puede variar desde los 15 Km, si el atacante viene de frente, a los 50 Km, si el atacante se aleja. La distancia al blanco sólo se puede medir con precisión a distancias muy cortas (de los 200 m a los 3 Km). Con el fin de medir las distancias con precisión fuera del alcance del láser cuando un objetivo está fijado, el radar envía ráfagas de pulsos doppler hacia el objetivo. Una vez que el objetivo se encuentra dentro de los 9 Km de distancia, los pulsos cesan y el telémetro láser lo sustituye. Estos pulsos son sumamente cortos y difíciles de localizar con exactitud, de este modo proporcionan pocas posibilidades de detectar la fuente. El EOS se usa principalmente para proporcionar datos del objetivo a los misiles Aire-Aire con cabeza buscadora IR y para seguir objetivos en un combate a cañón.

Para cambiar al modo EOS, presiona la tecla O. La indicación del EOS “T” (procedente de *Termal*) en la parte izquierda del HUD indica que el EOS está activo. Si, pese a todo, la indicación del EOS no apareciera, significaría que ha sido dañado o no ha sido correctamente seleccionado.

El EOS, el radar o la cabeza buscadora de los misiles pueden ser ligados al Visor Montado en el Casco (HMTD) del piloto permitiéndole fijar un blanco simplemente moviendo la cabeza en su dirección. Este sistema es sumamente conveniente para fijar blancos ágiles en rango visual.

Puesto que los principios de uso del EOS y del radar son prácticamente iguales, los describiremos para los distintos modos de combate en el mismo lugar, especificando sus diferencias si fuese necesario.

Principios del Cono de Búsqueda

Para comprender como buscan objetivos el radar o el EOS, imagínate caminando por un bosque con una linterna en una noche oscura sin luna. Sólo puedes ver los objetos iluminados por el haz de la linterna, y el haz de luz se hace más débil cuanto más se aleje de la bombilla. Básicamente esto describe los problemas de

usar un radar para captar blancos. En simples palabras, el radar extiende algo parecido a un cono delante de la antena. Cuanto más lejos va, más grande se hace el cono. Cualquier objeto fuera del cono no será detectado. En ocasiones será necesario maniobrar el avión y/o mover el cono de búsqueda usando los comandos de teclado de la página siguiente.

Cualquier objeto que se encuentre dentro del área del cono reflejará la energía radar de vuelta a la antena, pero las ondas de radar pierden potencia mientras viajan. Si van demasiado lejos, se disiparán. Debido a esto, los contactos situados a larga distancia no reflejarán energía suficiente; las ondas reflejadas se disiparán antes de volver a la antena emisora. Por lo tanto, si la energía radar puede viajar 150 Km. hasta el objetivo y volver otros 150 Km. al origen, entonces será capaz de viajar al menos 300 Km. en línea recta. ¡Esto significa que tu enemigo puede detectar tus emisiones de radar desde fuera de tu rango de búsqueda efectivo!

El EOS trabaja de una forma similar, con la diferencia de que es un sistema pasivo; en lugar ondas de radar reflejadas busca el calor emitido por los objetivos. Por regla general, los blancos más calientes (aviones usando el post-quemador) pueden ser detectados a mucha distancia. También los objetivos con aspecto trasero (con la fuente de calor apuntando en dirección al EOS) serán detectados desde mucha más distancia que los de aspecto delantero (ya que el avión enemigo está bloqueando la visión de sus gases de escape).

COMBATE AIRE-AIRE

Durante un ataque contra un objetivo aéreo, el piloto realiza habitualmente los siguientes pasos: buscar, localizar, seguir, identificar y atacar. Puede realizar estos pasos con o sin el radar y/o el EOS. La elección entre un tipo de arma y otra depende de la distancia al blanco y la posibilidad de seguirlo usando el radar o el EOS.

La tabla de abajo es un resumen de las teclas que usarás a menudo en combate Aire-Aire:

Tecla	Acción
I	Encender/Apagar el radar
O	Encender/apagar el EOS
Tab	Poner el contacto designado en TWS (*Track While Scan*)
Ctrl-Tab	Quitar el contacto fijado del modo TWS

Tab	Fijar el objetivo para Modo de Ataque
Tab	Fijar/soltar el objetivo en submodos CAC
Ñ	Mover hacia arriba el designador del HUD
, (coma)	Mover a la izquierda el designador del HUD
. (punto)	Mover hacia abajo el designador del HUD
- (guión)	Mover a la derecha el designador del HUD
Shift Ñ	Mover hacia arriba la zona de exploración del radar/EOS en modo BVR
Shift , (coma)	Mover hacia la izquierda la zona de exploración del radar/EOS en modo BVR
Shift . (punto)	Mover hacia abajo la zona de exploración del radar/EOS en modo BVR
Shift - (guión)	Mover hacia la derecha la zona de exploración del radar/EOS en modo BVR
Ctrl I	Centrar antena del radar/ IRST
- (menos)	Ampliar MFD/HUD
+ (más)	Disminuir MFD/HUD
D	Alternar entre armamento
C	Activar/Desactivar el cañón
Ctrl V	Activar/Desactivar modo salva
Ctrl W	Lanzar armamento en modo de emergencia

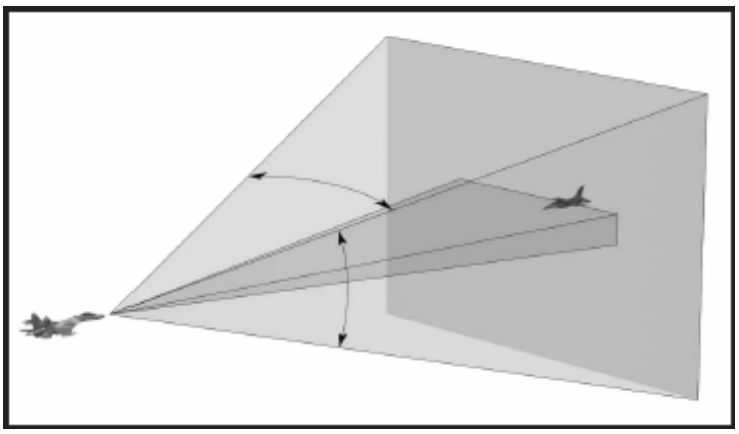
Resumen del modo Aire-Aire

La siguiente tabla muestra los diferentes modos de aviónica disponibles para el combate Aire-Aire. Fíjate en que se agrupan en tres categorías: más allá del rango visual (BVR), combate aéreo cercano (CAC) y puntería longitudinal de misiles (LNGT).

Modo de vuelo/combate	Ruso	Inglés	Tecla	Propósito
BVR-RWS (25-150km)	ДВБ-ОБЭ	BVR-SCAN	2	Seguir hasta 24 blancos.
BVR-TWS	ДВБ-СНП	BVR-TWS	2	Fijar hasta 8 blancos mientras sigue hasta otros 16.
BVR – Data link con el AWACS	ДББ-АРЛО	AWACS	2	Usar la información del AWACS para seguir objetivos con el radar/EOS apagado.
CAC – Vertical	БВБ-БС	CAC-VS	3	Combate en distancias de hasta 25 Km.
CAC – Boresight	БВБ-СТР	CAC-BORE	4	Apuntar usando el radar en modo boresight.
CAC – Casco	БВБ-ШЛЕМ	CAC-HMTD	5	Apuntar usando el visor montado en el casco.
CAC – Misil	ФИО	LNGT	6	Apuntar usando la cabeza buscadora del misil.
Ataque	ДВБ-АТК	BVR-ATK	Tab	Objetivo fijado.
	БББ-АТК	CAC-ATK		
	ФИО-АТК	FIO-ATK		

ДВБ - Modo Más allá de Rango Visual (BVR)

En el modo BVR el radar y el EOS exploran un área limitada. El cono de exploración tiene unas dimensiones angulares de 10º en el plano vertical (ángulo de exploración en elevación) y 60º en el plano horizontal (ángulo de exploración en azimut). Puedes mover la zona de exploración del radar/EOS dentro de los límites de la antena/buscador. Las dimensiones de la zona de exploración de radar son 120º x 120º, las dimensiones para el EOS son 120º en horizontal, 60º hacia arriba y 15º hacia abajo (mira la figura de abajo). El haz del radar explora un área de 2,5º de alto, necesitando cuatro pasadas para cubrir el cono de exploración completamente. Cada pasada tarda unos 0,5 segundos. Por tanto, la información de cada contacto radar se actualiza cada dos segundos.



En el modo BVR, la antena de radar está estabilizada con el horizonte. Esto significa que la dirección del eje de la antena es siempre la misma aunque el avión suba, baje o gire, siempre que las maniobras del avión no sobrepasen los límites de movimiento de la antena. Al contrario que en la mayoría de aviones occidentales, la forma del haz del radar del SU-27 es fija y no se puede cambiar. La distancia de detección máxima depende de las características del objetivo (geometría, aspecto, capacidad para reflejar ondas, etc.). Normalmente, el radar puede detectar un objetivo medio, como un MIG-29, a una distancia de 100 a 120 Km. Los objetivos grandes como bombarderos estratégicos pueden ser detectados a distancias de hasta 150 Km.

Objetivo	**Distancia máxima de detección en modo de exploración**
B-52	150 Km.
F111	80 Km.
F-16	50 Km.
F-117	@10 Km.

Como con el radar, el campo de búsqueda del sistema electro-óptico está estabilizado en el horizonte. El EOS puede detectar objetivos medios a una distancia máxima de hasta 50 Km., pero como se dijo arriba, no puede medir con precisión la distancia a un objetivo que se encuentre a más de 5 Km.

La información de seguimiento aparece en el HUD y en el MFD, dependiendo del modo y submodo seleccionado. En la mayoría de los casos el MFD mostrará una vista desde arriba del área alrededor de tu avión. Tu posición actual viene indicada por el pequeño símbolo del avión; el número de la esquina indica la distancia desde la parte de abajo a la de arriba del MFD en kilómetros. La simbología del HUD y del MFD en cada modo y submodo es descrita en las siguientes secciones.

El modo ДВБ (BVR) tiene dos submodos de operación: Exploración y Ataque. La siguiente sección describe cada modo.

ДВБ-ОБЭ - Submodo de Exploración (SCAN)

Presionando la tecla 2 seleccionas el modo BVR en submodo Exploración. Este es tu principal modo de búsqueda de larga distancia. Detecta contactos (dependiendo de la RCS) desde 25 hasta 150 Km, mostrando hasta 24 contactos en el HUD. Este modo no proporciona información detallada de cada contacto. Sólo conocerás el azimut (dónde está el contacto sobre tu morro) y la distancia. También puedes establecer la elevación de los contactos con la imagen de retorno y el "iluminador" del haz de exploración en la parte derecha del HUD.

Para obtener más información acerca de un contacto específico, mueve la caja de designación del HUD sobre el blanco deseado y pulsa la tecla Tab para fijarlo.

ДВББ-АТК - Submodo de Ataque (BVR-ATK)

El submodo de ataque es igual para todos los modos Aire-Aire. En pocas palabras, le pides al radar que concentre toda su energía en un contacto específico.

Dependiendo del modo en que estés operando (BVR, CAC), el método para fijar o designar el blanco cambia, pero el resultado es siempre el mismo: El radar/EOS

seguirá automáticamente el blanco, de ahí viene el término “auto-seguimiento”. En lenguaje común esto se llama “fijación”. El radar/EOS recibe todos los parámetros necesarios del Sistema de Control de Armas para mover suavemente la antena en dirección al contacto. Los siguientes parámetros están disponibles en el HUD cuando el radar se encuentre en “auto-seguimiento”:

- Ángulo de aspecto relativo a tu avión.
- Azimut/Elevación relativos a tu avión.
- Distancia relativa a tu avión.
- Velocidad del contacto

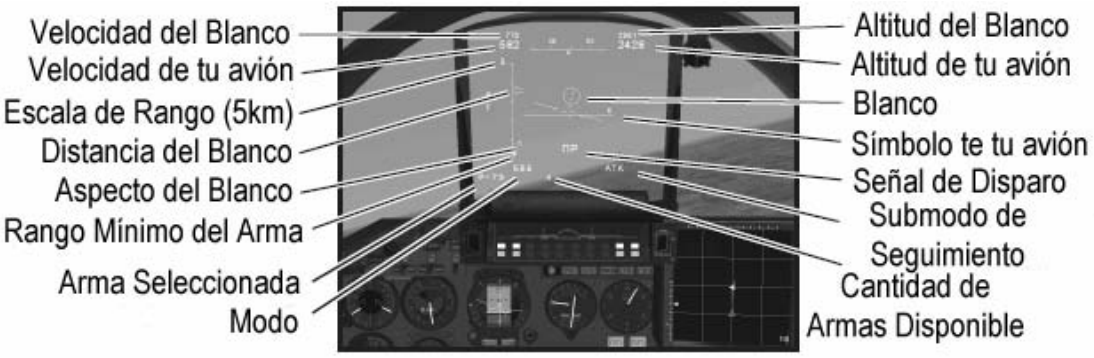
El área de seguimiento del radar para un único blanco es de 120º x 120º en elevación y azimut, y la distancia de búsqueda para un blanco medio va desde 55 Km (hemisferio trasero) hasta los 100km (hemisferio delantero para un avión grande). Mientras opera en modo Ataque, el radar proporciona designación del objetivo para misiles guiados, ilumina objetivos para misiles con cabeza buscadora SARH y proporciona los datos de guía inicial para misiles de búsqueda activa.

Si usas el EOS, el área de seguimiento coincide con el campo de búsqueda y equivale a 75º en elevación (15º abajo, 60º arriba) y 120º en azimut. La distancia de seguimiento depende del tipo de objetivo, fuerza de la firma térmica y del hemisferio de ataque. El telémetro láser del EOS mide la distancia al objetivo desde 0,2 hasta 3 Km., con una precisión de 10 metros y desde 3 a 5 Km. con una precisión de 25 metros.

Después de que el radar/EOS haya fijado el blanco, el HUD mostrará la siguiente información: el símbolo de auto-seguimiento “A”, la escala de rango con las marcas de mínima y máxima distancia de lanzamiento, la marca de distancia al objetivo y la flecha de ángulo de aspecto del blanco. El HUD también muestra el Retículo de Puntería, altitudes y velocidades de tu avión y del blanco, la actitud de vuelo del avión y la escala de alabeo, el modo de combate actual, tipo de misiles, cantidad de misiles y tiempo de vuelo de los misiles.

La posición del objetivo se muestra en el HUD con un punto (el Marcador de Objetivo) en coordenadas angulares a la escala de las dimensiones del área de seguimiento (vea la figura de abajo).

Las luces verdes del panel de disponibilidad de armamento indican los misiles de cada estación que están preparados para ser lanzados. La pantalla MFD muestra una vista desde arriba del blanco, su ángulo de aspecto y la información de distancia sobre el blanco. Cuando estés siguiendo al blanco usando el radar, la información del objetivo puede desaparecer por algún tiempo si éste activa sus ECM o lanza contramedidas.

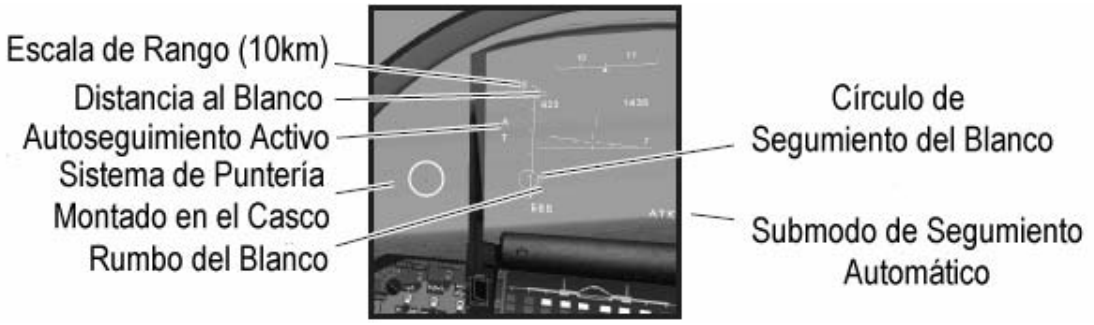


El HUD también mostrará la señal de Disparo ПР o la señal de Rechazo OTB (pronunciado "ou-te-bi" que viene de "No aceptar" en ruso). En inglés la señal de Disparo es LA que viene de "Launch Authorized" (Lanzamiento autorizado), y la señal de Rechazo es No LA de "No launch authorized" (Lanzamiento no autorizado). La señal de disparo informa que el misil está preparado para el lanzamiento y que el blanco está dentro de los parámetros. Dispara el misil pulsando el gatillo (Barra espaciadora). La señal de Rechazo te avisa cuando estás demasiado cerca del blanco y prohíbe el lanzamiento. Si fijas un avión aliado, el IFF marcará CBOÑ que significa "Ours" (Nuestro).

Si el radar o el EOS conecta el auto-seguimiento desde el Modo Casco se sobrepondrá un punto de mira en el círculo de puntería (vea la figura de abajo). Cuando el HUD tenga la señal de Disparo, el Círculo de Puntería parpadeará con una frecuencia de 2 Hz. Si la computadora de abordo no tiene información de distancia el Círculo de Puntería parpadeará con una frecuencia de 1 Hz (esto es habitual usando el EOS).

Cuando sigas a un blanco en Modo de Ataque, maniobra tu avión de tal forma que el Retículo de Puntería quede próximo al centro del HUD. Esto facilitará tu trabajo cuando el objetivo no sea muy visible y evitará que rompa el blocaje.

Recuerda, si estás usando el EOS, el parpadeo de la Marca de Disparo con una frecuencia de 1 Hz te advierte de que el sistema no está midiendo la distancia al blanco.



Ten en cuenta que para los misiles SARH es necesario iluminar el objetivo durante todo el vuelo del misil. Después del lanzamiento, esto se representará con una A (auto-seguimiento) parpadeando con una frecuencia de 1 Mhz. ¡Así que, conoce tus misiles!

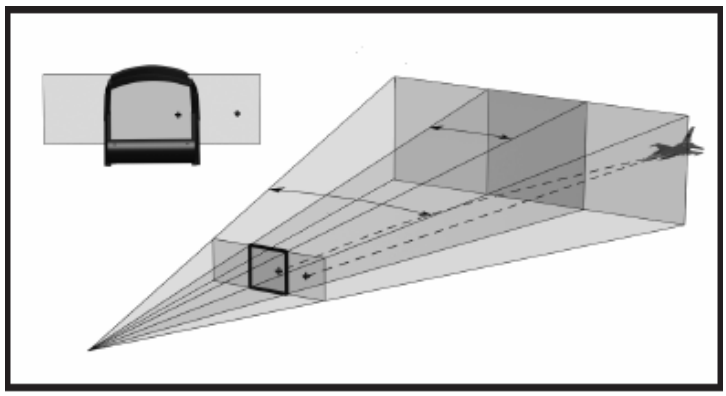
Si el objetivo abandona el área de seguimiento, rompes el blocaje pulsando la tecla Tab, o el objetivo es destruido, el radar/EOS volverá al submodo anterior al auto-seguimiento. Igualmente, si el radar/EOS está dañado o lo apagas, el blocaje se romperá y volverá al modo anterior al auto-seguimiento.

ДВБ-АРЛО – Submodo de enlace de datos (AWACS)

La habilidad del Flanker para establecer un enlace de datos con el AWACS permite al piloto localizar y abordar blancos sin necesidad de encender los sensores de abordo. Esta forma de "sigilo" le permite al Flanker acercarse a su presa sin delatar su presencia. Un AWACS aliado (un A-50 o un E-3) debe estar en vuelo al mismo tiempo que tu avión. La información del enlace puede verse en el MFD en todos los modos de combate y de navegación; sin embargo, estos contactos sólo pueden ser seleccionados para apuntarlos desde el modo BVR. Mientras esté en modo BVR y si hay un AWACS aliado en vuelo, se establecerá el enlace de datos y los contactos detectados por el AWACS aparecerán como símbolos normales de aviones (amigos o enemigos). Los contactos del AWACS aparecerán más atenuados (con menos brillo) que los demás contactos. Enciende el radar al menos una vez para establecer el enlace de datos.

Consideraciones sobre la escala del HUD

Debes tener en cuenta que las áreas de exploración para los distintos submodos son mayores que el área cubierta por el HUD. Los objetivos deberán ser, por lo tanto, representados en una escala apropiada para poder ajustarlos a las dimensiones del HUD. Por lo tanto, aunque la señal que aparece en el HUD sí que apunta directamente hacia el objetivo, no da una representación totalmente fiel



de su elevación y rumbo respecto a ti. En ese sentido las marcas en el MFD te darán una mejor idea de lo cerca o lejos que se encuentra el objetivo del límite cardánico y te permitirán interpretar más fácilmente el ángulo off-boresight.

Fijar un objetivo en modo ДВБ (BVR) paso a paso.

Veamos cuáles son los pasos a seguir para fijar un objetivo en modo BVR:

Paso 1. Selecciona el modo BVR.

Aprieta la tecla 2 y comprueba que en el HUD aparece el indicativo ДВБ-ОБЗ (BVR-SCAN). Si hay un AWACS amigo en vuelo en vez de la palabra ОБЗ (SCAN) aparecerá ДРЛО (AWACS). Usa las teclas + y – para ajustar el rango mostrado en el MFD y en el HUD.

Si recibes datos de un AWACS, enseguida recibirás la información del contacto en el MFD: amigo o enemigo, distancia y dirección respecto a ti (mira más arriba para saber más sobre el AWACS). En este caso, puedes ir rotando entre los diferentes contactos en el MFD presionando la tecla (~) tilde. Luego pasa al punto 5.

Paso 2. Selecciona un sensor

Activa el radar o el EOS. A la izquierda del HUD debería aparecer el símbolo И (I) o (T), para designar el radar o el EOS, respectivamente. Por otra parte, el HUD mostrará la palabra ДРЛО (AWACS) si estamos dentro del rango de un AWACS amigo que esté en vuelo.

Paso 3. Dirige la zona de exploración.

Usa el hat del joystick que tengas definido o las teclas correspondientes para apuntar el haz de emisión del radar hacia la porción de espacio que desees explorar. Si hay algún contacto en esa zona, enseguida aparecerá en el HUD.

Paso 4. Fijar un contacto.

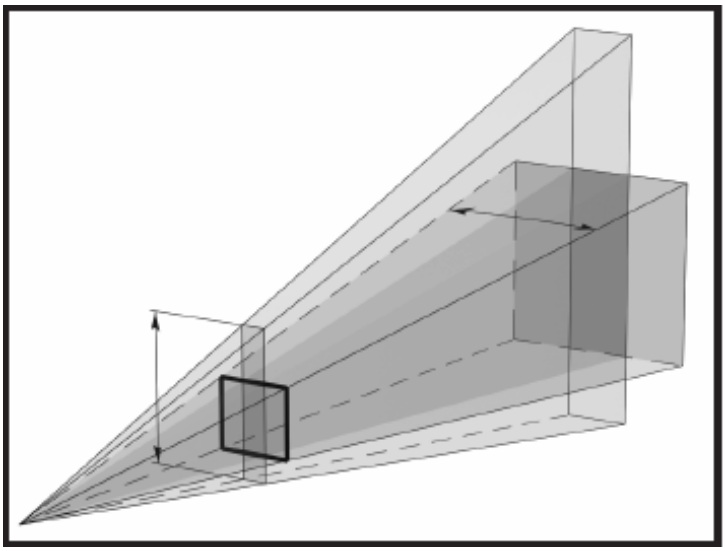
Para seleccionar un contacto concreto, dirige el designador de objetivo (HUD Target designator box o HTD Box) sobre el objetivo que te interese y aprieta la tecla del tabulador (Tab). El contacto pasará de ser solamente seguido a ser fijado. Este método se llama "selección manual", ya que estás seleccionando el objetivo que quieres que sea fijado por el radar.

Paso 5. Selecciona un misil Aire-Aire (AA) y dispara.

Selecciona el misil más adecuado presionando la tecla D. Ten en cuenta la distancia, la maniobrabilidad, el tamaño y la velocidad del objetivo. Una vez tengas al objetivo dentro de los parámetros de la capacidad del misil y la señal de lanzamiento aparezca en el HUD, puedes disparar.

БВБ - Modo de Combate Aéreo Cercano (CAC)

El modo БВБ (CAC) o Combate Aéreo Cercano es usado para atacar objetivos que han sido detectados de forma visual o que se sabe que están a una distancia cercana (menos de 25 Km.). El radar (EOS) fija contactos que se encuentren



dentro del área limitada por el HUD, es decir, un área de 20º x 20º (además de ±10º en azimut y ±10º en elevación). El submodo ШЛЕМ (HTMD) permite al piloto fijar objetivos que se encuentran en ángulos off-boresight.

БВБ-ИЦ - Submodo de exploración vertical (CAC-VS)

El primer submodo, llamado Exploración Vertical (*Vertical Scan* - VS), se representa en el HUD mediante una banda vertical estrecha. Este modo se selecciona presionando la tecla 3. Está diseñado para fijar objetivos en un dogfight. Tanto el radar como el EOS están activos, pero este modo es muy sigiloso, ya que el radar no está emitiendo constantemente. En este submodo el radar está preparado en un modo de espera y listo para realizar una exploración muy intensa y rápida dentro de un cono vertical de 20º x 60º. El HUD mostrará una P (que es la letra rusa que representa la R) en la parte izquierda para indicar que está en modo de espera y preparado, así también como una T para el EOS. Cualquier contacto detectado y fijado dentro del cono detendrá inmediatamente el proceso de exploración y centrará un haz de 2,5º sobre el objetivo, pasando al modo de Ataque (ATK).

Maniobra el avión para situar el objetivo detectado visualmente dentro de los límites de la zona de exploración vertical representada en el centro del HUD. El cono actual se extiende 20º por encima y por debajo del HUD. Esto quiere decir

que puedes fijar un objetivo siempre que se encuentre dentro de esa zona imaginaria. También puedes mover la zona de exploración vertical a derecha e izquierda un ángulo de 10º usando el hat que tengas definido o las teclas correspondientes.

БВБ-СТР - Submodo boresight (BORE)

El segundo submodo, llamado Boresight, explora en un estrecho haz circular de 2,5º, el cual puede ser desplazado arriba, abajo, a la derecha e izquierda (usando el hat que tengas definido o las teclas correspondientes) dentro de los límites angulares del HUD, es decir, en una zona de 20º x 20º. Este submodo es utilizado para enfocar el radar sobre un objetivo determinado, y es especialmente usado en zonas con mucha densidad de aviones. Activa el submodo CTP (BORE) presionando la tecla 4. Al dirigir el haz directamente hacia el objetivo que deseas, se reduce el riesgo de fijar accidentalmente un objetivo equivocado. Este submodo es similar al de exploración vertical (VS) ya que el radar no está emitiendo constantemente, sino que se encuentra en un modo de espera y preparado para enviar un pulso de forma rápida e intensa hacia el objetivo. Si el radar recibe un eco de respuesta, el sistema cambia automáticamente al modo de Ataque (ATK).

<u>Fijando un objetivo</u>

Para fijar un objetivo a distancias cercanas, haz lo siguiente:

Paso 1. Cambia a modo CAC (Combate Aéreo Cercano).

Presiona el botón 3 o 4 para seleccionar el submodo БВБ (CAC) deseado. Asegúrate de que en el HUD aparece la indicación БВБ, para saber que estás en modo CAC.

Paso 2. Selecciona un objetivo.

Una vez tengas un objetivo que hayas localizado visualmente, sitúalo dentro de la zona del HUD maniobrando tu avión y/o las barras verticales de exploración o el cono boresight.

Paso3. Fija el objetivo.

Para hacer esto, presiona el tabulador (Tab). Si las condiciones de fijación no son las correctas, la señal de autoseguimiento del objetivo parpadeará con una frecuencia de 2 Hz. En este caso, presiona el tabulador hasta que la letra A se mantenga fija y no parpadee. El radar/EOS cambia entonces al modo autoseguimiento, tal y como se debe mostrar en el HUD y en el MFD. Si existen varios objetivos dentro del campo de visión del HUD, el sistema seguirá al que haya sido detectado primero. Debes apretar varias veces el tabulador hasta que el objetivo sea fijado.

БВБ-ШЛЕМ - Modo casco (HMTD)

Este es un submodo que aunque en apariencia es muy similar al submodo boresight, es muy diferente. Para activar este submodo presiona la tecla 5. El sistema designador de objetivos montado en el casco (Helmet Mounted Target Designation) permite al piloto seguir a su objetivo en condiciones boresight haciendo que el radar y el EOS estén orientados con la vista del casco. Una vez hayas fijado el objetivo, este modo te permite tenerlo fijado en todo momento sin más que mover tu cabeza en la dirección en la que se mueva el objetivo. El sistema en la realidad funciona mediante un par de sensores situados en la carlinga, uno a cada lado del HUD.

El radar (o el EOS) fija el objetivo si se encuentra en un cono de exploración de 2,5º. El piloto debe mantener ese cono dentro de los límites de la zona de búsqueda del radar/EOS. Esto quiere decir que no se puede usar el sistema

montado en el casco para seguir y fijar un objetivo que se encuentre más allá de los límites cardánicos de la antena del radar o del IRST.

Fijando un objetivo.

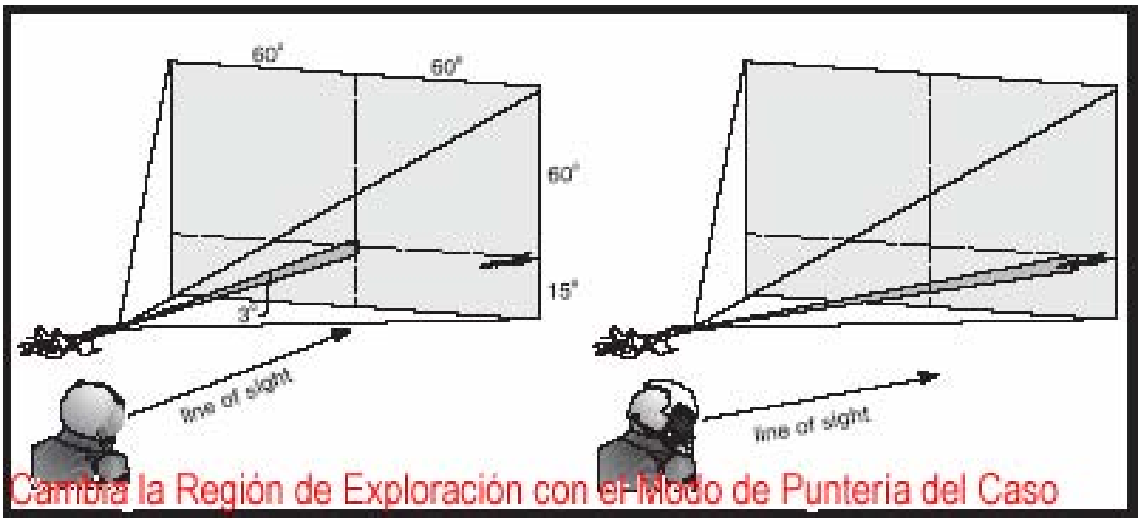
Usa el siguiente procedimiento para fijar un objetivo con el sistema IKTV (HMTD):

Paso 1. Cambia al modo Casco.

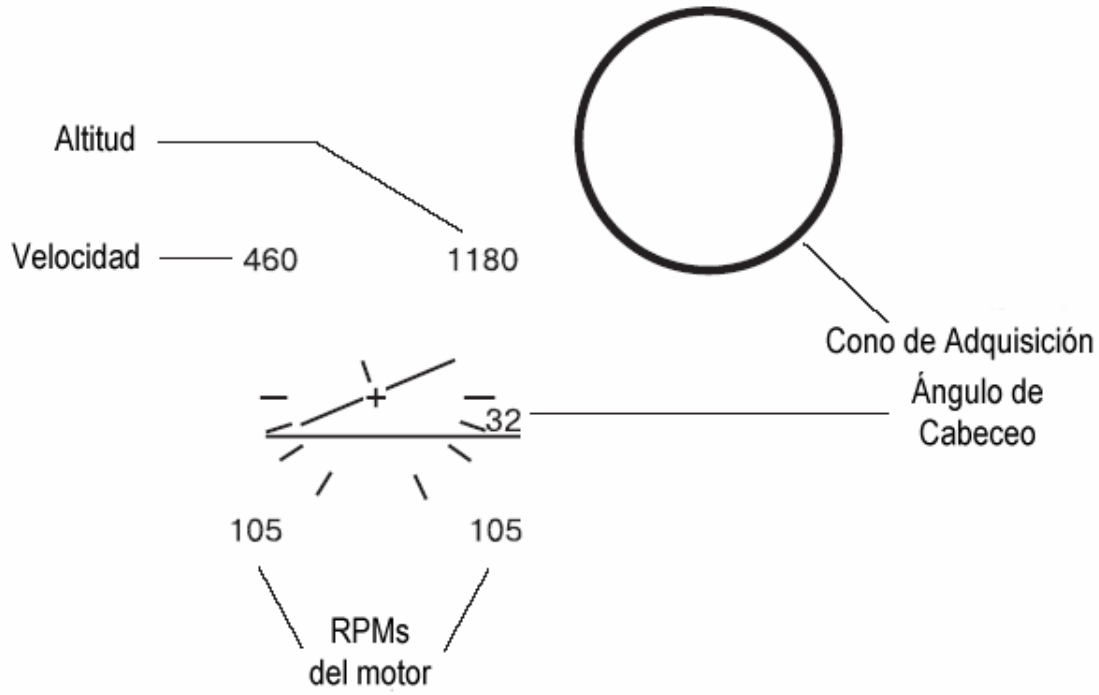
Presiona la tecla 5. En la esquina inferior derecha del HUD aparecerá la indicación IKTV (HMTD) (IKTV se pronuncia “shlem” y en ruso significa “casco”). El círculo del objetivo aparecerá delante de ti y seguirá el movimiento de tu cabeza.

Paso 2. Selecciona un objetivo.

Una vez tengas un blanco que hayas localizado visualmente, sitúalo dentro del círculo del objetivo maniobrando tu avión y moviendo la cabeza en dirección al blanco. Para mover tu cabeza usa el hat del joystick que tengas definido o las teclas correspondientes. Haciendo esto, el círculo que designa el objetivo se moverá acompañando el movimiento de tu cabeza. La figura superior muestra cómo buscar un objetivo cuando el EOS está ligado al sistema Casco. Para seguir con tus ojos (padlock) al objetivo, presiona la tecla * (asterisco) del teclado numérico.



Paso 3. Fija el objetivo.



Para situar el HMTD sobre el objetivo fijado usa el hat que tengas definido o las teclas correspondientes. Una vez el círculo esté sobre el objetivo, presiona el tabulador. El HMTD está hora fijado sobre el objetivo (alineado con tu línea de visión) y el sistema de control de armas cambia al modo de autoseguimiento.

Si el HUD se sale de tu campo de visión, cerca del círculo del objetivo aparecerá un grupo de signos visuales. Estos signos indican tu velocidad y altitud, horizonte artificial y ángulo de cabeceo y las RPM de las turbinas (105% en ambas turbinas en la figura superior)

ФИО - Modo de Puntería Longitudinal de Misiles (LNGT)

Aún con el radar el radar o el EOS dañados, todavía puedes usar la capacidad de apuntar de los misiles equipados con cabezas buscadoras IR o de radar activo. Esto requiere colocar el objetivo dentro del campo de visión del buscador y fijarlo. El buscador sigue el blanco dentro de un área limitada por sus límites de giro y rango (alcance) de seguimiento. El alcance depende del tipo de misil, del tipo de blanco y de la geometría del ataque.

Puntería Longitudinal de Misiles

Usa el modo ФИО (LMA) para atacar un objetivo visible en un dogfight pulsando la tecla 6.

El buscador del misil captura el blanco dentro de un área limitada por las dimensiones angulares del campo de visión del buscador (unos 3º), el cual está alineado sobre el eje longitudinal del avión. La cabeza buscadora capturará el blanco en 2 ó 3 segundos.

Para capturar un blanco en el modo (LMA) realiza los siguientes pasos:

Paso 1: Conectar el Modo de Puntería Longitudinal de Misiles.

Para hacer esto pulsa la tecla 6. Si el misil seleccionado tiene una cabeza buscadora del tipo apropiado, el HUD muestra el Retículo de Puntería fijo (3º) y el buscador se alinea por si solo sobre el eje longitudinal del avión. En el Panel de Disponibilidad del Armamento se muestran los misiles seleccionados.

Paso 2: Seleccionar un Blanco.

Una vez hayas localizado visualmente un objetivo, colócalo dentro del Retículo de Puntería maniobrando tu avión.

Paso 3: Capturar el Blanco.

Intenta que la cabeza buscadora fije el objetivo pulsando la tecla Tab. Si se reúnen las condiciones de captura, la cabeza fija el objetivo y empieza a seguirlo. Describiremos a continuación el Modo de Seguimiento del Buscador.

<u>Modo de Seguimiento con Buscador</u>

Después de que un misil ha capturado su objetivo, se cambia el modo de seguimiento para mantener continuamente al blanco dentro del campo de visión

del buscador. Los márgenes de seguimiento de un solo blanco dependen del tipo del misil y están restringidos por los límites de giro de la cabeza buscadora y la sensibilidad de su sensor. Estos límites pueden variar entre los 20º (del R-60 Aphid) y los 80º (del R-77 Adder). El alcance del seguimiento depende del tipo de blanco y de las especificaciones de la cabeza buscadora, pudiendo variar entre 5 y 30 Km.

Cuando el buscador sigue a un blanco, el HUD muestra la siguiente información: altitud y velocidad real de tu avión, actitud de vuelo, escala de alabeo y el tipo de misil y su cantidad. El Indicador del Modo de HUD exhibe la notación (LMA). Se identificará la captura del blanco cuando el Retículo de Puntería móvil muestre una posición angular del buscador y por la Marca de Disparo HR.

Si el blanco abandona el área de seguimiento de la cabeza buscadora, rompes la captura del mismo pulsando Tab o el blanco es destruido, el HUD vuelve al modo inmediatamente anterior al modo de seguimiento ФИО (LMA).

3.4 SU-25: MODOS DEL HUD

Los misiles antirradar Kh-58 y Kh-25MP no tiene mayor misterio, se apunta el morro del avión hacia la fuente de emisión de energía electromagnética y se bloca pulsando la tecla TAB. El punto de mira se centrará en la fuente de emisión y nos indicará la distancia oblicua y la marca de distancia mínima de lanzamiento en el círculo exterior. Estos misiles son del tipo “dispara y olvida”, así que podemos cambiar el rumbo hacia otra fuente de emisión para blocar de nuevo siempre y cuando nos queden misiles, por supuesto.

Los misiles con guiado láser Kh25L y Kh-25ML requieren un manejo más complicado ya que necesitan que el piloto designe el blanco manualmente. Primero establece contacto visual con el objetivo e inicia un descenso, ni demasiado pronunciado ni demasiado plano, hacia el mismo. Compensa correctamente el avión para mantener dicho descenso a la velocidad elegida, para lo cual puede ser de gran ayuda el activar los gases automáticos, evitando así cambios posteriores del compensador que dificulten la puntería.

Con el morro apuntando hacia el objetivo, activa el láser con la tecla O. Aparecerá el punto de mira en el HUD, desplázalo con el cursor de la palanca de

mando hasta situarlo sobre el blanco, momento en que lo fijarás pulsando la tecla TAB. El punto de mira se fijará en el punto del terreno seleccionado y te dará indicación de distancia oblicua al objetivo así como marcación de la distancia mínima de lanzamiento.

Las marcas que hay en el anillo del punto de mira proporcionan la siguiente información:

Indicadores Dinámicos:

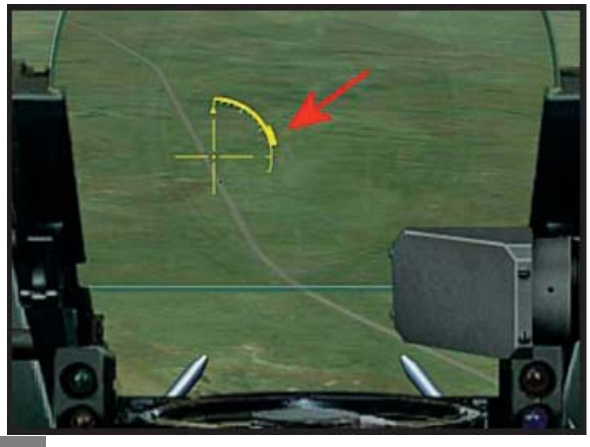
- El arco fino es el indicador de distancia oblicua al blanco (gira en sentido contrario a las agujas del reloj).
- El arco grueso indica la distancia restante hasta llegar a la distancia mínima de disparo (gira en sentido contrario a las agujas del reloj).
- El pequeño triángulo que se ve en la posición de las 12, dentro del anillo del punto de mira, es un indicador de alabeo.

Marcas Estáticas:

- Cada marca larga representa 1000 metros de distancia oblicua al blanco.
- Cada marca corta representa 250 metros de distancia oblicua al blanco.

Una vez fijado todavía se puede mover el punto de mira, así que es importante lanzar el misil antes de que lleguemos a la distancia mínima y continuar haciendo ajustes si el objetivo es móvil. Es importante recordar que al alcanzar la distancia mínima de disparo desaparecerá el arco grueso del punto de mira.

En las dos siguientes imágenes se ve la secuencia de lanzamiento. A la izquierda se observa que estamos llegando a la distancia mínima, pero como ya hemos situado correctamente el punto de mira con el cursor es el momento de lanzar el misil. A la derecha se ve cómo una vez lanzado el misil debemos de continuar moviendo el punto de mira para mantenerlo encima de los objetivos, ya que éstos son móviles.



El ataque a tierra con cañón o con cohetes no tiene mayor problema que el de hacer una aproximación al objetivo estabilizada, tal y como hemos comentado antes. Eso sí, debemos de activar el láser (tecla O) para que la indicación del punto de mira sea la correcta (se encenderá la luz verde de aviso). Cuando estemos en rango de lanzamiento se encenderá otra luz roja de aviso y, además, el círculo exterior del punto de mira nos indicará la distancia oblicua

Modo de Ataque Aire-Aire

Pasa al modo Aire-Aire y comprueba en el panel de inventario que tienes seleccionados los misiles de corto alcance para la autodefensa.

Para el ataque con misiles basta con localizar visualmente el blanco, fijarlo con la tecla Tab y esperar a que esté en rango antes de disparar. La indicación de distancia al objetivo la proporcionan dos fuentes: la luz roja de aviso en la base del HUD, que se enciende al entrar en rango, y el círculo exterior del punto de mira (como ya se dijo anteriormente, las marcas largas representan 1000m y las cortas 250m).

El ataque con cañón es igual de sencillo; lo importante, obviamente, es maniobrar para conseguir una buena posición de disparo.

SENSORES

En muchas de las batallas aéreas, la víctima nunca llegó a ver a su agresor. Los avances tecnológicos permiten hoy en día al piloto "ver" objetivos más allá de un centenar de millas. Radar, láser y sensores infrarrojos son aparatos que permiten "ampliar" la vista del piloto, dándole capacidad para disparar desde el primer instante en que enemigo es detectado.

4.0.1 Radar

El Radar es un sensor activo, es decir, que emite energía. Esta energía viaja por el aire, toca el objetivo y es reflejado de vuelta al aparato emisor. El Radar mide cuánto tarda el pulso en volver, el ángulo de la antena del radar y los cambios de frecuencia en el pulso de retorno. Comparando los múltiples retornos en un periodo de tiempo el radar puede calcular la distancia al objetivo, su altitud, velocidad, tipología, aspecto angular, velocidad de aproximación, etc.

El Radar no es perfecto. Mientras el pulso viaja por el aire pierde energía, cuando rebota en el objetivo pierde energía, en el camino de vuelta al avión emisor pierde todavía energía. Detectar satisfactoriamente un objetivo requiere que el pulso vuelva con suficiente energía como para ser detectado por el sistema de radar. El tamaño de la superficie reflejada del objetivo se denomina Sección de Radar o RCS (*Radar Cross Section*). Cuanto mayor sea el RCS mayor será la distancia a la cual podrá ser detectado el objetivo.

Cuanto más grande sea la RCS de un objetivo, a mayor distancia podrá ser detectado.

El radar moderno se basa en el Efecto Doppler: es el resultado de la variación de frecuencia que experimenta el pulso en su retorno, proporcionando así la información sobre el objetivo. Para minimizar al máximo la confusión causada por las reflexiones del terreno el sistema de radar "filtra" los objetos estacionarios recibidos en el pulso modificado de retorno. Desgraciadamente, este mismo mecanismo filtra todos los objetos que vuelan perpendicularmente al emisor. Este efecto es conocido como "beaming" y resulta una táctica efectiva para romper blocajes de aviones enemigos.

"Beaming", volar perpendicularmente al emisor radar, es una medida

El radar no cubre todo el cielo. Imagina que vas andando por una gran habitación oscura provisto tan solo de una linterna. Sólo puedes ver los objetos iluminados por el haz de la linterna y el haz se va haciendo más tenue al alejarse de la lámpara de la linterna. Eso explica los problemas en la utilización del radar en la búsqueda de blancos. La linterna sólo cubre una pequeña parte de la habitación, por lo que debes moverla alrededor para evitar obstáculos y que "los malos" caigan sobre ti. Así mismo, el sistema de radar debe moverse para explorar el cielo. Sin embargo, cuanto mayor sea el volumen del patrón de exploración, más tiempo tardará el radar en completar una pasada. Así pues, enemigos veloces pueden pasar desapercibidos frente al radar si el patrón de exploración es demasiado grande.

Por desgracia, y siguiendo con la analogía, usar una linterna en una habitación oscura revela tu posición a los adversarios. Del mismo modo, las emisiones del radar revelan tu presencia a todos los que están a tu alrededor. La mayoría de los aviones de combate modernos portan un Receptor de Amenazas Radar denominado RWR (*Radar Warning Receiver*) encargado de escuchar y analizar las emisiones radar. Analizando las características del pulso radar recibido, el RWR puede identificar el sistema de radar emisor y, por tanto, el tipo de avión que lo transporta.

Los radares operan en varios modos, variando el valor de los pulsos transmitidos y el tamaño del patrón de exploración. El número de pulsos emitidos por segundo se conoce como Frecuencia del Pulso o PRF (*Pulse Repetition Pulse*). Los radares en modo de búsqueda (*searching*) generalmente usan grandes patrones de exploración y un bajo PRF, permitiendo al radar monitorizar múltiples objetivos. Los radares en modo de seguimiento (*tracking*) combinan pequeñas áreas de exploración con un alto PRF. En este modo el radar muestra una información considerablemente mayor de un sólo objetivo y ajusta continuamente el patrón de exploración, para mantener enfocado el objetivo. Esto es lo que comúnmente denominamos un "Lock On" (blanco fijado).

Muchos sistemas de radar modernos intentan salvar el salto entre los modos de búsqueda y de seguimiento con un modo intermedio de "seguimiento mientras se explora" (TWS - *Track While Scan*). Los modos TWS procuran proporcionar información detallada sobre blancos múltiples mientras que continúan explorando un volumen grande del espacio aéreo. Por un lado, esto proporciona una visión más detallada del espacio aéreo, pero por otro lado el radar debe hacer "predicciones" sobre los objetivos seguidos ya que no puede enfocar toda su atención sólo en uno. De acuerdo con la información recogida cuando la antena del radar explora un blanco dado, el radar predice la trayectoria de vuelo de

dicho blanco hasta que las exploraciones de la antena lo apuntan de nuevo. Mientras la antena está ocupada explorando otros blancos, la pantalla del radar muestra la posición predicha del primer blanco. Si éste realiza una maniobra repentina o inesperada, la pantalla del radar continuará mostrando la anterior predicción hasta que la antena del radar finalmente vuelva su atención sobre el blanco; es entonces cuando descubres que ha desaparecido.

El modo TWS proporciona información sobre varios blancos simultáneamente, pero no es muy efectivo indicando la posición relativa de los mismos. Puede dar información falsa ante maniobras rápidas del enemigo.

4.0.2 Infrarrojos

Los motores, en especial los motores de aviones, producen una gran cantidad de calor. Los diseñadores de armas descubrieron rápidamente que podían detectar y seguir este calor, o energía (IR) infrarroja. Los primeros sistemas IR podían seguir solamente blancos desde detrás, con el buscador apuntando directamente hacia las toberas traseras. Hoy en día los modernos misiles buscadores de calor de "todo aspecto" pueden seguir el calor emitido de un blanco desde cualquier ángulo. Además, muchos cazas portan sistemas de búsqueda y seguimiento por infrarrojos (IRST) que pueden detectar blancos desde muchas millas de distancia. Los sistemas de IRST son pasivos, lo que significa que no emiten ningún tipo de energía. Así pues, al contrario que los radares, los sistemas IR son sistemas "furtivos", imposibles de detectar.

Las condiciones meteorológicas, como la lluvia o la niebla, reducen la eficacia de los sistemas IR.

4.0.3 Láser

Los sistemas láser proporcionan al avión de combate moderno de un tercer e importante sensor. Los telémetros láser calculan distancias con precisión, emitiendo un rayo láser que toca el blanco midiendo cuánto tiempo tarda el haz en volver al emisor. Los sistemas de Ataque a Tierra usan el láser para apuntar con exactitud objetivos específicos (tales como un tanque o una ventana

determinada de un edificio) y así dirigir las armas aire-tierra. Puesto que los láseres, como el radar, emiten energía, los emisores láser pueden ser detectados por las fuerzas hostiles.

Del mismo modo que con los sistemas IR, los sistemas láser trabajan de la mejor manera posible en tiempo claro. Las nubes, la niebla y la lluvia degradan seriamente las capacidades de estos sistemas.

4.1 MODOS DE RADAR DEL F-15C EAGLE

4.1.1 Modo Búsqueda (RWS - *Range While Search*)

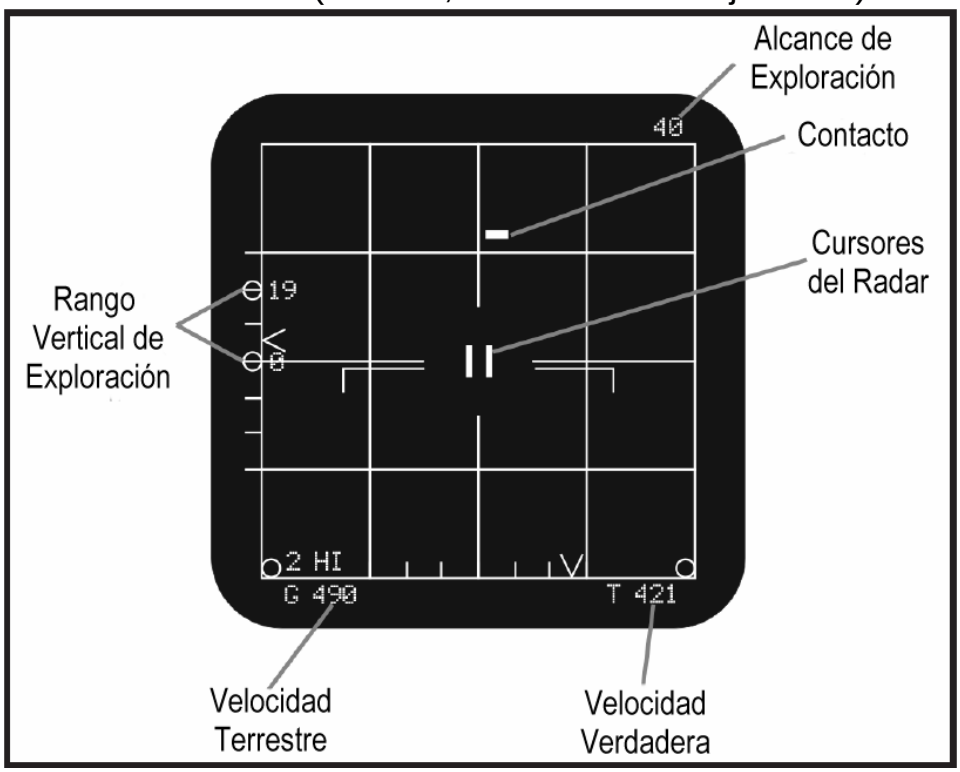
RWS es el modo primario de búsqueda a larga distancia del F-15C. El piloto especifica un alcance máximo de exploración (10, 20, 40, 60, 80 ó 160 millas náuticas) y escoge la altura y anchura del patrón de búsqueda. El radar proyecta los contactos encontrados en esa porción de espacio aéreo, pero no proporciona información detallada de ninguno de ellos.

El VSD muestra una vista en planta del cielo, con la línea del fondo representando la posición del avión y la línea superior el máximo alcance de exploración (20, 40, 60, 80 ó 160 millas náuticas adelante). Los contactos aparecen en el VSD en base a su distancia: cuánto más cerca están, más abajo aparecen en la pantalla. El rango de búsqueda del VSD se ajusta automáticamente a un alcance menor o mayor dependiendo de si los contactos se aproximan al borde inferior o superior respectivamente. Hasta 16 contactos simultáneos pueden aparecer en el VSD. Cuando detecta un contacto, el radar solicita automáticamente una identificación IFF (*Identify Friendly or Foe* - Identificación amigo o enemigo). Los contactos amigos aparecen como círculos, los hostiles o no identificados aparecen como triángulos.

El borde izquierdo del VSD describe la altura del patrón de exploración, llamada elevación. La altura de la elevación está dividida en unidades de 2,5º, estas unidades se llaman barras (*bars*). La elevación puede ser seleccionada a 1, 2, 4, 6, u 8 barras de altura. Los dos círculos del borde izquierdo del VSD se mueven, representando el tamaño la elevación de la exploración. Los números al lado de los círculos indican la altitud superior e inferior del patrón de búsqueda en ese alcance de exploración seleccionado. Adicionalmente, el patrón de búsqueda puede ser inclinado 30º por encima o por debajo de la línea central del avión. El indicador de elevación se mueve arriba y abajo, indicando la elevación actual de la antena del radar cuando se mueve a través del patrón de búsqueda.

El borde inferior del VSD muestra varias informaciones. La velocidad sobre el suelo (G) y la velocidad verdadera (T) aparecen debajo del VSD. La selección de la

barra aparece en la esquina inferior izquierda. El radar intercambia entre alta y baja la frecuencia de repetición de pulsos (PRF) en el patrón de búsqueda, mostrando el valor PRF actual (alto - HI, medio - MED o bajo - LOW) al lado de los



ajustes de la barra de elevación.

El fondo del VSD también muestra la anchura del patrón de búsqueda, llamado azimut. El azimut puede estar entre ±30º o ±60º de ancho. Los círculos del fondo del VSD se mueven para indicar la anchura actual del patrón de búsqueda y el indicador de azimut se mueve entre los dos círculos, indicando la posición horizontal de la antena del radar.

Patrones de búsqueda amplios conllevan un tiempo extenso de exploración. Un objetivo moviéndose a gran velocidad puede recorrer grandes distancias antes de que lo detectes.

Otros dos indicadores aparecen en el VSD. El horizonte del avión aparece centrado en el VSD, dando indicación del ángulo de alabeo del avión. Este ayuda al piloto a mantener el control mientras se concentra en el VSD. Adicionalmente dos barras verticales paralelas, llamadas símbolo de adquisición, permiten al piloto seleccionar blancos específicos. Moviendo el símbolo de adquisición sobre un

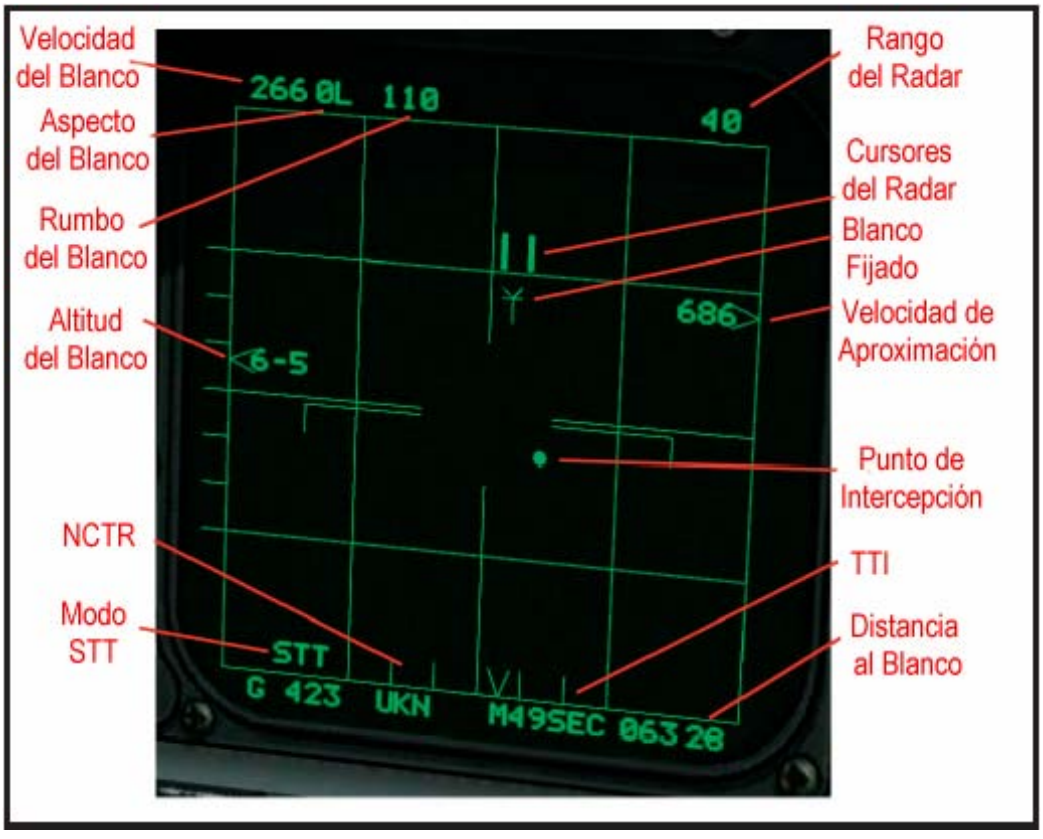
blanco especifico y presionando la tecla designación se adquiere y cambia el radar a modo de Seguimiento Individual de Blanco (STT).

4.1.2 Modo de Seguimiento Individual de Blanco (STT - *Single Target Track*)

Después de adquirir con el radar un blanco específico, el radar cambia al modo STT. El modo STT usa un patrón fijo de exploración centrada en un blanco específico, mostrando solo información de ese blanco e ignorando los demás contactos. El formato básico del VSD permanece idéntico que el modo RWS, pero aparece substancialmente más información. El indicador STT aparece en la esquina inferior izquierda. El símbolo del contacto cambia al símbolo de Blanco Primario Designado (PDT).

Debes tener el objetivo fijado en modo STT o tener activado el modo FLOOD antes de lanzar un AIM-7.

El sistema de reconocimiento de blancos no cooperativos identifica automáticamente el contacto adquirido. Éste debe estar dentro de una distancia de 25 millas náuticas y debe estar encarando al jugador en un ángulo de aspecto entre 135º y 225º. En el VSD se proyectará el tipo de avión o "UNK" (si es desconocido).



La velocidad en el aire del avión, el ángulo de aspecto y el rumbo aparecen encima del VSD, en la esquina superior izquierda. La altitud MSL aparece al lado del indicador de elevación en el borde izquierdo. Por ejemplo, 17.200 pies se muestran como “17-2”. El indicador de distancia aparece a lo largo del borde derecho, mostrando el régimen de acercamiento a su lado. El rumbo y distancia al blanco aparecen indicados numéricamente en la esquina inferior derecha.

En modo STT, el VSD muestra información relevante para la adquisición del blanco. Primero, el circulo de error de giro admisible (ASE) aparece en el centro. El tamaño del círculo depende del tipo de misil seleccionado actualmente y la posición del blanco, velocidad, rumbo, etc. Maniobra el avión para llevar el punto de giro dentro del circulo ASE para maximizar las oportunidades del misil de interceptar el blanco.

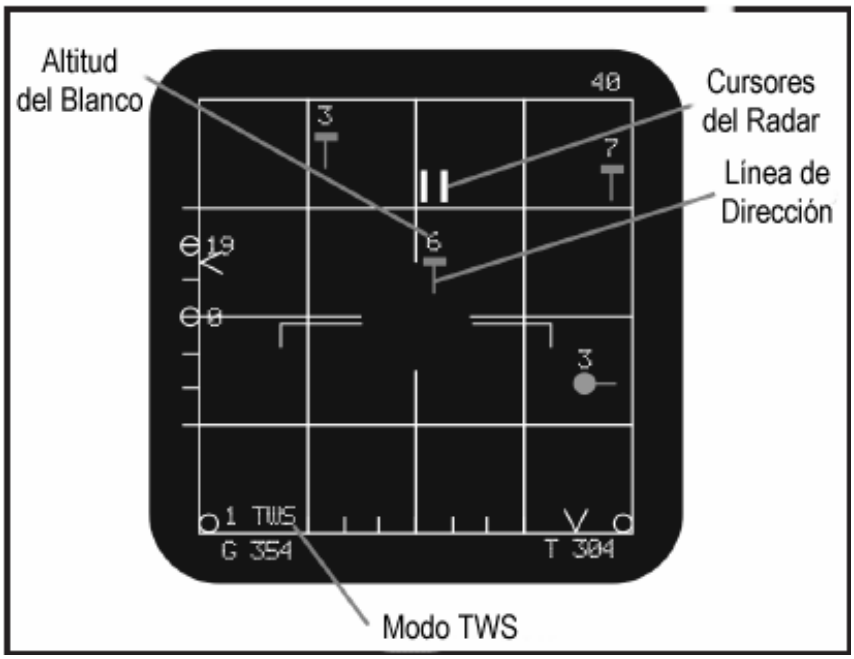
Las marcas de alcance mínimo del misil RMIN (distancia mínima de lanzamiento del misil seleccionado), el RTR (alcance máximo hacia un blanco maniobrando) y el RPI (máximo alcance hacia un blanco que no maniobra) aparecen a lo largo del borde derecho. Adicionalmente, un triangulo marca el RAERO o alcance aerodinámico absoluto máximo del misil seleccionado. La marca de disparo del misil, a lo largo del borde inferior indica cuándo el blanco está dentro de unos parámetros aceptables de lanzamiento. El contador de tiempo de intercepción (TTI) indica los segundos que necesitará el misil para alcanzar el blanco fijado.

Después del lanzamiento de un misil aparece otro tiempo a lo largo del borde superior, al lado del alcance del radar. Después de lanzar un AIM-7, la pantalla muestra una “T” y una cuenta atrás del tiempo que falta para la activación de ese misil. Después de lanzar un AIM-120, la pantalla muestra una “T” y una cuenta atrás del tiempo para activarse (TTA) para ese misil. Una vez el misil pasa a activo la pantalla muestra una M y una cuenta atrás del tiempo hasta que el misil impacta en el blanco.

4.1.3 Modo Seguimiento mientras busca (TWS - *Track While Search*)

El modo TWS es un modo de radar potente, pero algo difícil. Como el nombre indica, combina elementos de ambos modos RWS y STT. Usando patrón de búsqueda de tamaño fijo, inmodificable, el modo TWS provee datos de un seguimiento detallado sobre múltiples blancos mientras continúa explorando completamente el patrón de búsqueda. Inicialmente la pantalla del TWS es virtualmente idéntica al modo RWS, excepto que las letras “TWS” aparecen en la esquina inferior izquierda y la altitud (en cientos de pies MSL) aparece sobre cada contacto. No puedes cambiar el tamaño del patrón de búsqueda, pero puedes mover la posición del cono de exploración.

Usa el modo TWS para poder disparar varios AIM-120 a distintos objetivos.



Contrariamente al modo RWS, designar un blanco no cambia el radar al modo STT. De hecho, puedes designar separadamente hasta ocho blancos simultáneamente. El primer blanco, Blanco Primario Designado (PDT) esta indicado con el usual símbolo de fijación. Hasta siete blancos más pueden ser designados, llamados Blancos Secundarios Designados (SDTs), que están marcados con rectángulos huecos. El número encima del rectángulo indica la altitud del blanco. El número a la derecha del blanco muestra el orden de los blancos. Designando el PDT o cualquier SDT por segunda vez el radar cambia a modo STT.

Cuando se disparan múltiples misiles AIM-120, el primer misil sigue al PDT. Subsiguientes misiles adquieren los SDT en orden numérico. O sea, el segundo AIM-120 adquiere al SDT número 1, el siguiente misil adquiere al SDT número 2, etc. El VDT muestra información del contacto y datos del vuelo del misil hacia el PDT igual que en el modo STT.

No puedes usar el AIM-7 con el radar en modo TWS. Pasa a modo STT antes de disparar o usa el modo FLOOD.

Usa el modo TWS con precaución. El radar no puede actualizar los seguimientos de los blancos mientras explora un gran volumen de espacio aéreo. De hecho, el

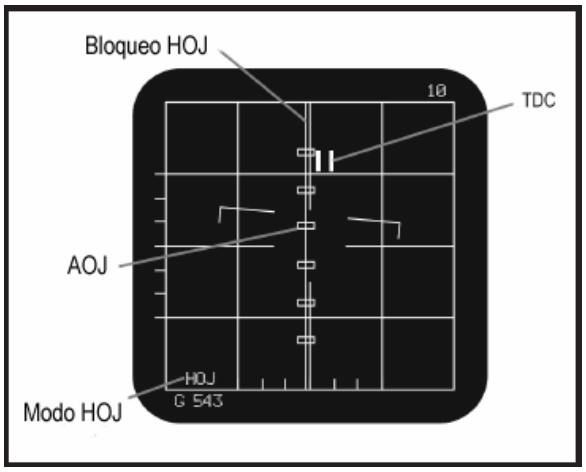
radar explora cada blanco, predice hacia dónde se moverá, busca en un patrón, y vuelve a buscar en la posición prevista de cada blanco. Mientras el blanco vuele en una trayectoria relativamente consistente esto funciona bien; por el contrario, si el contacto hace un cambio de trayectoria repentino y agresivo, el radar continuará mostrando la trayectoria prevista hasta que complete el ciclo de exploración a realizar para volver a localizarlo si ha perdido el contacto con el blanco. El blanco puede moverse una distancia considerable pasando desapercibido mientras el VDS continua mostrando una posición errónea de él.

El modo TWS es un modo potente y necesario para disparar misiles AIM-120 a múltiples blancos. De todas maneras, recuerda sus limitaciones y úsalo en conjunción de los modos RWS y TWS.

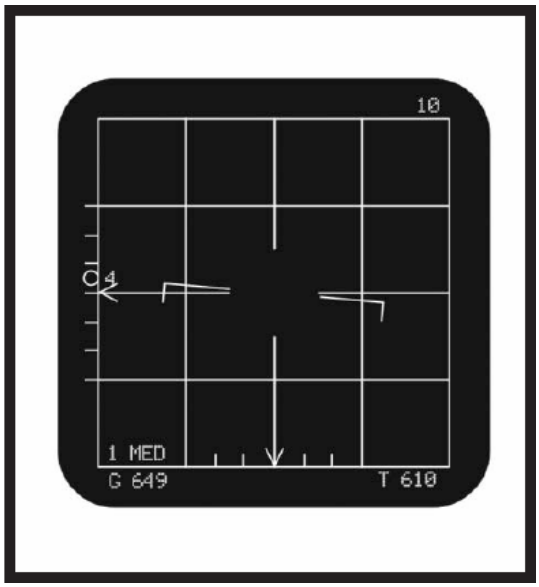
4.1.4 Modo Procedencia en Interferencia (HOJ - *Home on Jam*)

Si el radar detecta una señal de interferencia, mostrará una serie de rectángulos huecos a lo largo del rumbo hacia el interferidor en el VSD. Si estas usando misiles AIM-7 o AIM-120, puedes seleccionar y designar uno de los rectángulos de Ángulo de Interferencia (AOJ - *Angle of Jam*). Una línea vertical aparece a través de los marcadores AOJ y el VSD indicará HOJ a lo largo del borde superior. Cualquier misil AIM-7 o AIM-120 volará hacia el rumbo del interferidor, intentando localizar la fuente.

Las marcas AOJ sólo indican la dirección de la fuente de perturbación, no indican ni velocidad, ni altitud ni ninguna otra información del objetivo.



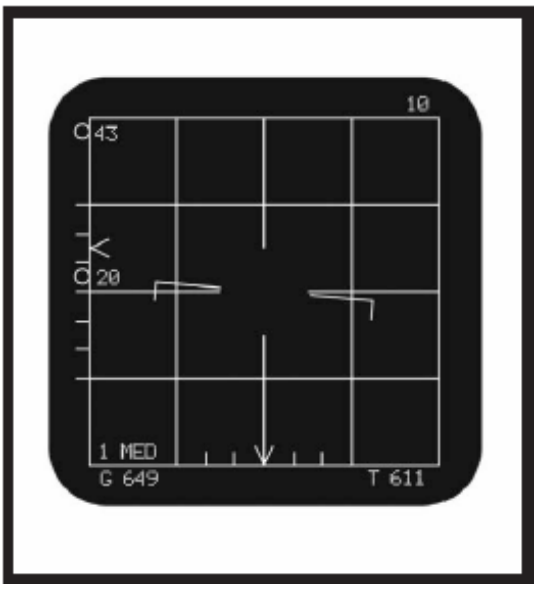
Cuánto más cerca estés del interferidor, eventualmente las reflexiones procedentes de tu radar podrán ser más potentes que las señales del interferidor enemigo. Esto se llama "quemar" (burn throught) e indica que tu radar es lo suficientemente potente para solapar la interferencia entrante. Una vez que alcanzas la distancia de "quemado" el contacto aparecerá en el VSD, reemplazando los marcadores AOJ.



4.1.5 Modo de búsqueda vertical (VS - *Vertical Search Auto-Adquisition*)

El modo de búsqueda vertical es un patrón fijo de 7,5º de ancho, abarcando desde 5º bajo el avión hasta 55º sobre él. El alcance esta fijado a 10 millas náuticas. Automáticamente adquiere el blanco del patrón con la sección transversal de radar más grande (RCS). Después de adquirir un blanco, el radar cambia al modo STT.

Este modo es particularmente útil en vuelo virado de corto alcance, cuando te mantienes retrasado y no puedes llevar el morro de tu avión a tu blanco. Este modo explora un patrón a lo largo de tu vector de giro, ayudándote a adquirir blancos hasta los 55º off-boresight.

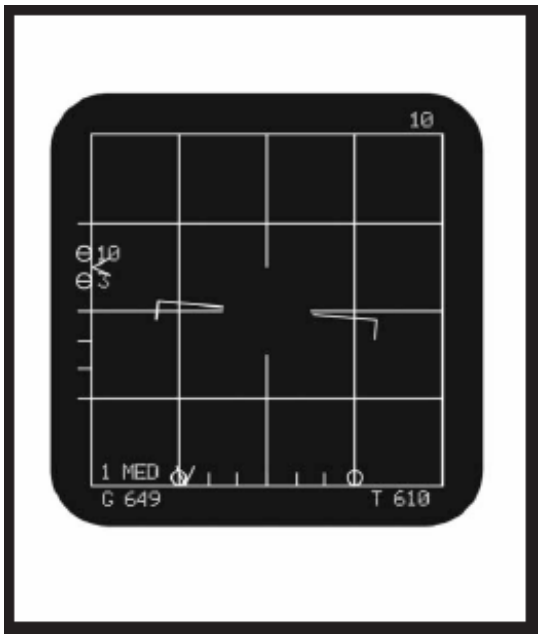


4.1.6 Modo Boresight (BORE - Boresight)

El modo BORE trabaja de forma casi idéntica al modo VS, pero utiliza un patrón de búsqueda menor y alineado a lo largo del eje longitudinal del avión. El patrón es de solo 2º de ancho por 2 barras de alto. Como en el modo VS, es el HUD el que muestra información importante relativa al blanco, no el VSD. El radar adquiere el blanco con el mayor RCS en patrón BORE y cambia al modo STT.

4.1.7 Modo Cañón (GUN)

El modo GUN es usado en combates cerrados. Selecciona el cañón y un patrón fijo de búsqueda de 60º de ancho por 20º de alto. El alcance esta fijado a 10 millas náuticas y como los modos VS y BORE, es el HUD el que muestra información relevante, no el VSD. El radar adquiere el blanco con el mayor RCS en el patrón y cambia al modo STT.



4.1.8 Modo inundación (FLOOD)

El modo FLOOD es un modo usado en combate visual cerrado, en conjunción con misiles AIM-7. El radar emite energía continua en un patrón de 16º de ancho y 40º de alto. Los indicadores de azimut y elevación aparecen como se describió en el modo RWS, pero la posición de los indicadores de posición de la antena del radar no se mueven. El alcance esta fijado en 10 millas náuticas. La palabra "FLOOD" aparece encima del VSD.

En el modo FLOOD toda la información relevante aparece en el HUD, no en el VSD.

Este modo no muestra contactos, no permite adquirir. Inunda las cercanías con ondas de radar. Cualquier misil AIM-7 disparado en el modo FLOOD seguirá el blanco con el mayor RCS detectado dentro del patrón de inundación. Si el blanco se mueve fuera del círculo de referencia del HUD más de 2 segundos, el misil pierde la adquisición y pasa a balístico.

4.2 SENSORES DEL MAVERICK EN EL A-10A

El A-10A no lleva a bordo ni radar ni otros detectores más que las cabezas buscadoras de los misiles AGM-65 Maverick. El A-10A carga dos versiones del

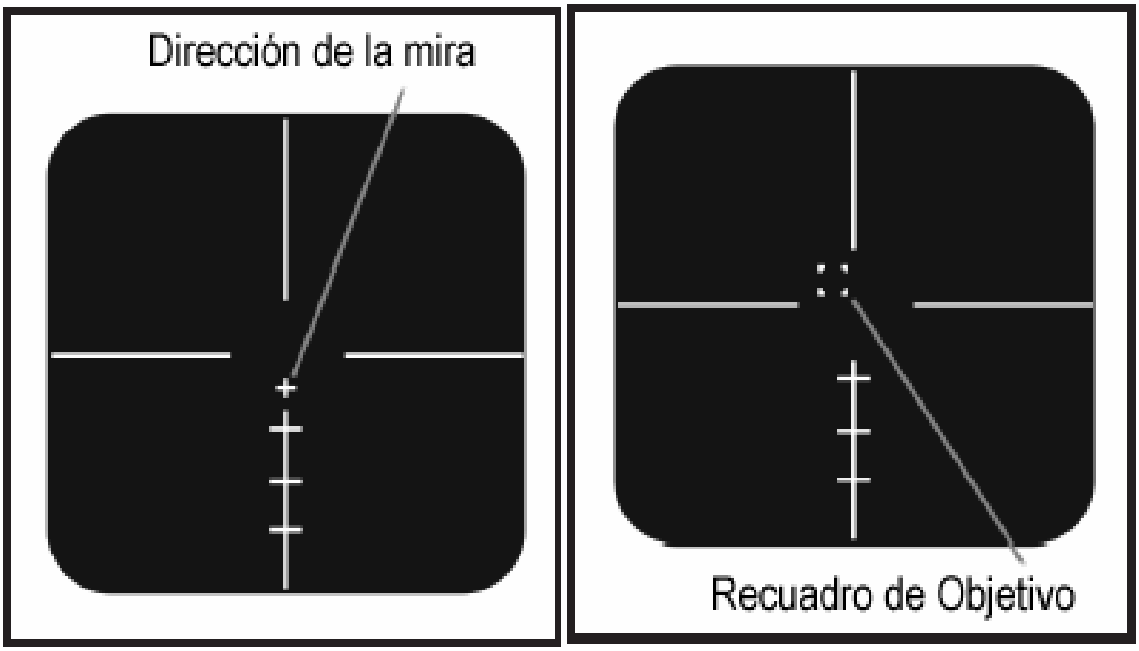
Maverick, la guiada por televisión AGM-65B y la guiada por Imagen infrarroja (IIR) AGM-65K.

El AGM-65K y el AGM-65B usan el mismo procedimiento para atacar un blanco. El primer paso es designar un punto en el suelo, cercano a donde esta localizado el blanco. Pulsa la tecla Tab para estabilizar el sensor del Maverick en ese punto, tanto en inclinación como alabeo. Una vez estabilizado puedes mover el centro del la cruz designadora sobre el blanco deseado. Una vez que el blanco está dentro de alcance, el sensor automáticamente adquiere el blanco y lo sigue. Ahora puedes disparar el misil.

La única diferencia entre las dos versiones del Maverick es que el AGM-65B está guiado ópticamente sin nivel de ampliación y el AGM-65K es guiado mediante infrarrojos y tiene un nivel opcional de ampliación de 6x en adicción al 3x por defecto.

La vista de la cabeza buscadora aparece en el monitor de TV situado en el lado derecho del panel de instrumentos. El monitor muestra la vista sin ninguna ampliación o con un zoom de 4x. La vista sin ampliar incluye las retículas (esquinas) delimitadoras del campo de visión. Las cuatro retículas delimitan el campo de visión que será visible en el monitor cuando ampliemos a 4x.

La cruz marcadora se mueve en el monitor, indicando donde está mirando el sensor en relación a la línea central del avión. Por ejemplo, si la cruz marcadora está sobre y a la derecha del centro del monitor, el misil esta mirando sobre y hacia la derecha del morro del avión. El AGM-65 puede adquirir dentro de 60º en la longitudinal del avión pero el lanzamiento necesita que el misil este dentro de ±30º.



RECEPTOR DE ALERTA RADAR (RWR)

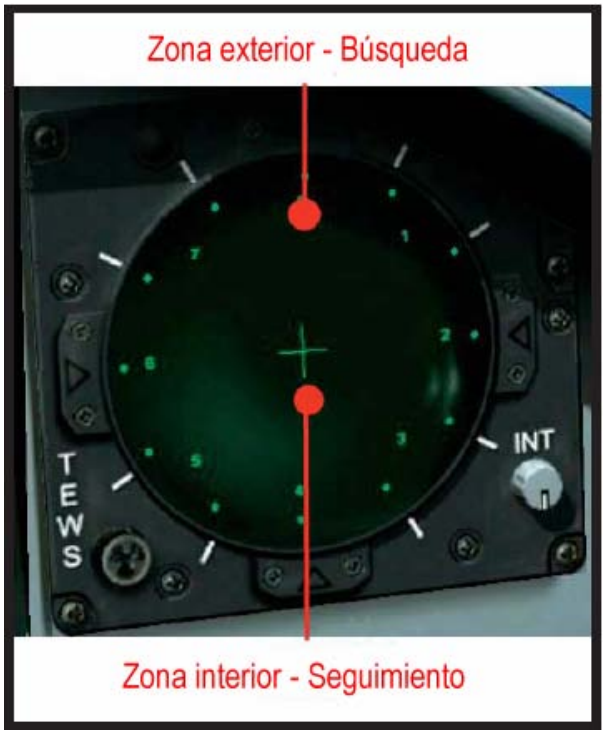
Los aviones, los barcos y las estaciones de tierra emiten señales de radar en todas direcciones buscando enemigos. Los aviones de combate modernos están equipados con receptores diseñados para detectar estas emisiones y alertar a los pilotos. Aunque los ingenieros de los aviones occidentales y orientales intentan resolver este problema común desde ángulos diferentes, todos los Receptores de Alerta de Radar (RWR) comparten aspectos comunes.

Lo primero de todo: los RWR son equipos pasivos, lo cual quiere decir que no emiten señales. Se limitan a "escuchar" las señales de otros emisores, indicando el tipo de emisor, la dirección hacia el emisor y si el radar del emisor está fijado en nuestro avión. Sin embargo, el equipo RWR no indica la distancia al emisor.

El RWR indica la dirección de la amenaza, pero no la distancia a la que se encuentra.

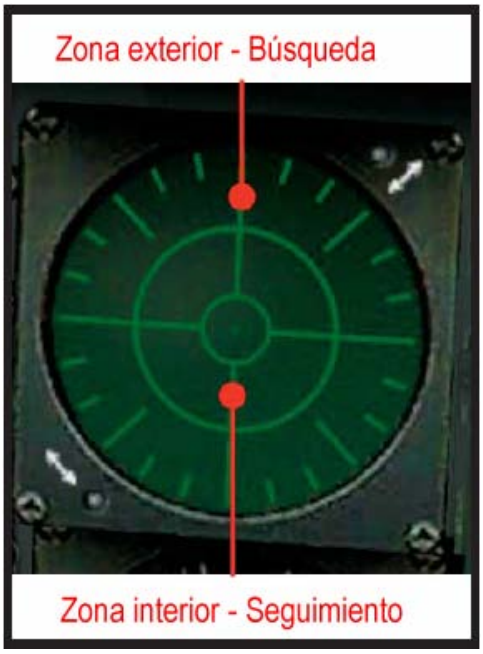
5.1 AVIONES OCCIDENTALES

Los RWR del A-10 y del F-15 tienen un aspecto ligeramente diferente, pero operan de forma virtualmente idéntica. En ambos aparatos el centro del RWR representa nuestro avión. La pantalla circular representa las direcciones respecto de nuestro avión; la parte mas alta del círculo representa la dirección 0º (directamente delante) mientras que la base del círculo representa la dirección 180º (directamente detrás). Por lo tanto, la posición de los símbolos en el círculo representa la dirección hacia el emisor respecto de nuestro avión *.



** (N. Del T.: Ojo no confundir las direcciones 0 o 180 respecto de*

nuestro avión en el RWR con los rumbos absolutos 0 o 180 respecto a los puntos cardinales Norte y Sur que se muestran en otros indicadores)



La pantalla del RWR consta de dos anillos: uno interior y otro exterior. Cada anillo representa el nivel relativo de amenaza de los emisores de radar, aunque no indica la distancia a estos emisores. El anillo exterior muestra los radares que están en modo de búsqueda y el anillo interior muestra los radares fijados en nuestro avión. El RWR emite un sonido característico cuando un radar se fija en nuestro avión. Los misiles con guía radar serán representados en el RWR con un símbolo parpadeante.

En el A-10, las alertas de búsqueda y lanzamiento también se muestran en el panel de alertas.

Los emisores de radar son abundantes en el campo de batalla moderno. El equipo de RWR se puede convertir en un elemento de distracción, confuso e, incluso, en algo abrumador para el piloto si se muestran todas y cada una de las emisiones que detecta. Por ello, el RWR consta de tres niveles de filtrado:

- **Show All**: Muestra todas las emisiones de radar detectadas.
- **Show Only Lock**: Muestra sólo los radares fijados en nuestro avión.
- **Show Only Launch**: Muestra sólo los misiles con guía radar fijados en nuestro avión.

Cada símbolo del RWR consta de dos partes: la categoría de radar y el tipo de radar emisor. Hay cinco categorías generales de radar:

EW Radares de Alerta Temprana (*Early Warning Radars*):

El símbolo EW aparece en la pantalla indicando la dirección al radar emisor. En la pantalla siempre se muestra EW, independientemente del tipo de emisor que produzca la señal (estaciones EWR rusas 1L13 ó 55G6)

Radares de Aeronaves (*Airborne Radars*):

Todos los símbolos de radares de aeronaves constan del carácter ^ encima del tipo de radar emisor, incluyendo los AWACS y los radares de aviones de combate.

Radares terrestres (Ground-Based Radars):

Todos los símbolos para los radares con base en tierra, incluyendo los SAM y las baterías AAA, aparecen dentro de una caja.

Radares de Navío (*Ship-Based Radars*):

Los emisores de radar embarcados aparecen con un carácter similar a una bandeja debajo del tipo de emisor.

Misiles Activos (*Active Missiles*):

Los símbolos para los misiles con guía radar dotados de radar propio aparecen dentro de un rombo.

Los símbolos, junto con la categoría de radar, indican la plataforma del sistema de radar. Las tablas siguientes indican los símbolos para los radares de seguimiento aéreos, navales, con base en tierra y misiles:

Radares de Aeronaves

Aircraft	RWR Icon
MiG-23ML	23
MiG-29	29
MiG-29K	29
MiG-31	31
Su-27	27
Su-30	30
Su-33	33
F-4E	F4
F-14A	14
F-15C	15
F-16C	16
F/A-18C	18
A-50	50
E-2C	E2
E-3A	E3

Misiles con Guía Activa de Radar

Missile	RWR Icon
R-33 (AA-9)	9
R-77 (AA-12)	12
AIM-54	54
AIM-120	AM

Radares de Navío

Ship Class	Radar System	RWR Icon
Azov (Kara)	SA-6	6
Albatross (Grisha-5)	SA-8	8
Grozny (Kynda)	SA-3	3
Kuznetsov	SA-15	15
Kuznetsov	2S6	S6
Vinson	Sea Sparrow	SS
Moscow (Slava)	SA-10	10
Moscow (Slava)	SA-8	8
Nanuchka	SA-8	8
Neustrashimy	SA-15	15
Neustrashimy	2S6	S6
Oliver H. Perry	Standard Missile	SM
Orel (Krivak-3)	SA-8	8
Rezky (Krivak-2)	SA-8	8
Skory (Kashin)	SA-3	3
Spruance	Sea Sparrow	SS
Ticonderoga	Standard Missile	SM

Radares terrestres

Radar	NATO Codename	RWR Icon
S-300PS 40B6M tr	SA-10	10
S-300PS 40B6MD sr	SA-10 Clam Shell	CS
S-300PS 5H63C tr	SA-10	10
S-300PS 64H6E sr	SA-10 Big Bird	BB
S-300V 9532 tr	SA-12	12
S-300V 9S15MT sr	SA-12 Bill Board	BD
S-300V 9A82 in	SA-12	12
S-300V 9A83in	SA-12	12
Buk 9S18M1 sr	SA-11 Snow Drift	SD
Buk 9A310M1 in	SA-11	11
Kub 1S91	SA-6	6
Osa 9A22	SA-8	8
Strela-10 9A33	SA-13	13
Dog Ear Radar	Dog Ear	DE
Tor 9A331	SA-15	15
Tunguska	2S6	S6
Shilka ZSU-23-4	ZSU-34-4	23
Roland ADS	Roland	RO
Roland Radar	Giraffe	GR
Patriot str	Patriot	P
Gepard	Gepard	GP
Hawk sr	I-HAWK PAR	HA
Hawk tr	I-HAWK HPI	HA
Vulcan	M-163	VU
Zu-23	Zu-23	AA

5.2 AVIONES RUSOS

Procedimientos de Emergencia

Los sistemas de alerta de a bordo llaman nuestra atención cuando se producen daños de combate, fallos en el sistema, amenazas enemigas u otras situaciones de peligro. La correcta interpretación de las señales de alerta puede salvar nuestro avión, o por lo menos, nos da el tiempo suficiente para eyectarnos del aparato, salvando así la vida.

Sistema Maestro de Alerta (*Master Warning System*)

El Sistema Maestro de Alerta (MSW) está diseñado para llamar nuestra atención hacia un fallo específico. La Luz de Alerta Principal parpadeará y sonará un tono de alarma, llamando nuestra atención hacia el panel de instrumentos.

El MWS indica que alguna de las siguientes situaciones se ha producido:

Luz de Alerta Principal

- **Impacto contra el suelo inminente** – Acompañado de un símbolo "X" en el HUD, indica que el patrón actual de vuelo acabará en colisión contra el suelo. La luz parpadea con una frecuencia de 1 Hz y emite una alarma audible. Corrige el patrón de vuelo inmediatamente.
- **Nivel de combustible bajo** – La luz del MWS parpadea a 1 Hz y es acompañada de un tono de alarma durante 10 segundos. La luz roja en el indicador de combustible también se ilumina. Aterriza lo antes posible.
- **Tren de aterrizaje extendido a alta velocidad** – La luz de alerta parpadea a 1 Hz y se acompaña de un tono de alerta. Ambas alarmas se apagarán cuando se recoja el tren de aterrizaje.
- **Fallo de equipo de a bordo o daño de batalla** – Comprobar el panel de instrumentos por si hay señales individuales de alerta o indicadores de fallos, como el fallo de un motor, fallo del sistema hidráulico o fallo del radar. Más adelante encontrarás información sobre daños específicos.
- **Tu avión está siendo iluminado por un radar enemigo** – El MWS parpadea a 5 Hz cuando el RWS detecta emisiones de radar enemigas. El parpadeo cambia a 1 Hz cuando se detecta un blocaje. Comprueba la pantalla de alerta de amenazas en la esquina inferior derecha del panel de instrumentos. Empieza la acción evasiva apropiada.
- **El Sistema de Alerta de Lanzamiento de Misiles ha detectado un misil que se dirige hacia nosotros** – La luz del MWS se acompaña de la luz de Alerta de Lanzamiento de Misiles. Empieza una acción evasiva inmediatamente.

Para silenciar el MWS presiona las teclas Shift M.

Sistema de Alerta de Radar (*Radar Warning System***)**

El Sistema de Alerta de Radar (RWS) SPO-15 "Beryoza" detecta las señales de radar enemigas y actúa como cualquier sistema detector de radar usado en automóviles para localizar un radar de policía. Gracias a un sistema de antena más complicado (situado en la cola de avión) y a una mayor capacidad de proceso, el RWS no solo detecta el radar, sino que también indica la dirección hacia el emisor respecto de nuestro avión y el tipo de radar detectado. Siendo un sistema totalmente pasivo, se limita a "escuchar" otras emisiones de radar. Este sistema es utilizado en varias aeronaves rusas, incluido el MiG-29 Fulcrum, el MiG-31 Foxhound y el Mi-24P Hind.

Las diez luces que rodean la imagen del avión en el RWS (un MiG-21) se iluminan para indicar la dirección hacia el emisor. Una luz intermitente indica que nuestro avión está siendo ocasionalmente iluminado por el emisor. Una luz fija indica que un emisor está siguiendo nuestro aparato. Una luz roja rodeando la silueta indica un blocaje sobre nuestro aparato. Las seis luces a lo largo de la base del RWS se corresponden, de izquierda a derecha, a seis categorías de señales de radar:

- Radar de Aeronave.
- SAM de corto alcance.
- SAM de medio alcance.
- SAM de largo alcance.
- Radar de alerta temprana.
- AWACS

Todas las aeronaves rusas están equipadas con un sistema de Identificación Amigo o Enemigo (*Identification Friend or Foe* - IFF), permitiendo al RWS distinguir entre fuentes de radar amigas y hostiles. Este sistema también avisa a los emisores amigos, alertándolos de que no somos un blanco hostil.

Sistema de Alerta de Lanzamiento de Misiles (MLWS)

El MLWS infrarrojo detecta las emisiones de calor producidas por misiles que se aproximan. Siendo un sistema totalmente pasivo, es sensible al tipo de calor producido por motores a reacción de combustible sólido. Su rango efectivo depende de la intensidad de la emisión de calor, pero generalmente puede detectar misiles a unos 15 Km.

Cuando el MLW detecta un misil entrante, el símbolo GECR (que significa "lanzamiento" en ruso) se ilumina y produce un tono de alerta a 2 Hz durante 5 segundos. La luz MLS también se ilumina. Después de 5 segundos la alarma de audio se apaga, pero la luz de alerta permanece encendida hasta que el sistema pierde el contacto con el misil.

Cuando el MLWS se ilumine, inicia acciones evasivas de inmediato.

El sistema de mensajes de voz también te indica de dónde proviene el misil. El sistema anunciará "Missile at…" seguido de una posición de reloj de este tipo "…twelve high" o "…six low".

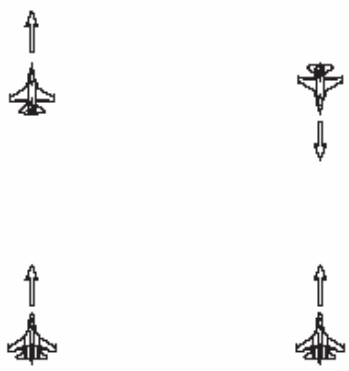
MISILES AIRE-AIRE

Los misiles no son balas mágicas por mucho que así lo crea la gente. Al igual que los aviones, deben obedecer las leyes de la física y tienen envolventes de vuelo muy específicas. Cuando son disparados dentro de los parámetros apropiados, los misiles poseen una mortífera ventaja sobre el avión. S embargo, cuando son disparados en circunstancias extremas, las posibilidades de éxito del misil se reducen considerablemente.

Alcance cinemático contra objetivos no maniobrables

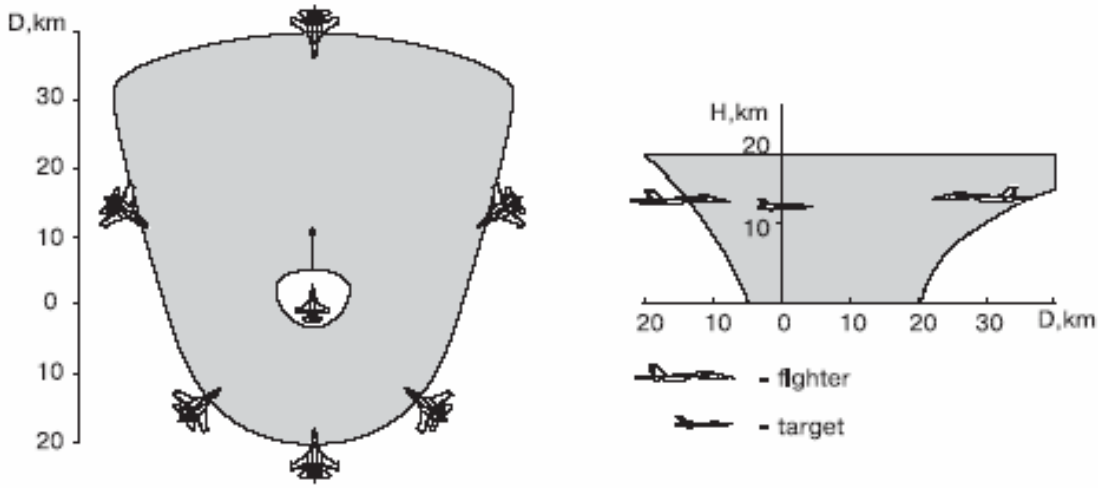
Al igual que en los aviones el mayor problema de un misil es la propulsión. Los misiles tienen una cantidad muy limitada de espacio a bordo para el combustible. Consecuentemente, el motor de un misil funciona durante un espacio muy corto de tiempo (sólo unos pocos segundos en algunos casos) acelerando rápidamente al misil a la velocidad máxima. En ese instante el motor se funde y el misil depende de su energía cinética para alcanzar el objetivo. Como el avión, la capacidad de giro del misil depende de cuantos G's puede aguantar. Cuanto más lento el misil, menos G's puede aguantar. El alcance máximo dentro del cual el misil es efectivo contra un objetivo que no hace maniobras se llama alcance cinemático. Como veremos más adelante, no obstante, el "alcance" es un tema muy escurridizo.

El aspecto angular del blanco tiene una gran influencia en el alcance efectivo del misil. Como se puede ver en la figura inferior, un objetivo que se dirige directamente hacia el misil recorre parte de su alcance. El que dispara puede hacerlo antes puesto que el objetivo vuela hacia el misil, acortando el tiempo de vuelo del mismo. De modo inverso, un aspecto de cola reduce el alcance del misil, pues el objetivo está huyendo del ataque. Supongamos que el misil se dispara a un blanco a 10 Km. de distancia. Al misil le lleva varios segundos recorrer esa distancia. Para cuando haya volado 10 Km., el objetivo puede haberse movido uno o dos kilómetros más. Los misiles son bastante más rápidos que las aeronaves, pero se quedan sin combustible mucho más rápido también.



La ilustración muestra una envolvente típica de un misil disparado a un objetivo que no hace maniobras (en el centro del diagrama). La zona gris representa las distancias desde las cuales el misil puede ser disparado en base al aspecto angular. Ten en cuenta que cuando se dispara de frente, la distancia es sensiblemente mayor que cuando se dispara desde detrás. El área blanca alrededor del objetivo define los

requerimientos mínimos de alcance para el misil. Puesto que impactar directamente en el blanco es poco probable, la mayoría de las cabezas de guerra de los misiles son diseñadas para lanzar algún tipo de metralla con el fin de dañar a los aviones cercanos. Para proteger al avión que lo lanza de ser dañado inadvertidamente por la explosión del misil, éste no se arma hasta que no ha volado una distancia de seguridad desde su lanzamiento. También el buscador del misil o el sistema de guiado pueden necesitar algún tiempo para fijar el blanco. La distancia que el misil debe volar para ser efectivo se conoce como alcance mínimo.



Otro de los factores críticos en el alcance de un misil es la altitud. Generalmente, el alcance cinemático de un misil se duplica por cada 6.100 m. (20.000pies) que se incremente la altura. Por ejemplo, si el alcance cinemático de un misil es de 20 Km. a nivel del mar, se doblará aproximadamente a los 40 Km. cuando sea disparado a una altitud de 6.100 m. A 12.200 m. (unos 40.000 pies), el alcance del misil se incrementaría hasta los 80 Km. Cuando sea disparado a un objetivo que esté más alto o más bajo, el alcance del misil está generalmente asociado a la altitud media entre quien lo dispara y el blanco (suponiendo que el misil pueda subir lo suficiente cuando es disparado contra un blanco que está más alto).

Finalmente, la velocidad del avión que lanza el misil influye en gran medida sobre el alcance cinemático del misil. Cuanto más lento vaya el lanzador, más tiempo llevará al misil alcanzar la velocidad máxima. Se utilizará mayor cantidad de empuje de su motor para acelerarlo a la velocidad de crucero. Si el misil es lanzado a una velocidad mayor, alcanzará la velocidad y la altitud de crucero más rápidamente, ahorrando más empuje del motor para la porción de crucero del vuelo. Del mismo modo, la velocidad del objetivo influye también en el alcance del misil. Cuanto más rápido se mueva el blanco, más distancia cubrirá durante el tiempo de vuelo del misil. En un escenario de persecución de cola, el blanco puede escapar del alcance máximo del misil. En un escenario de frente, el blanco

puede acercarse lo suficiente como para entrar en el rango de alcance mínimo del misil.

Objetivos que maniobran y evasión de misiles

Desafortunadamente, los blancos aéreos raramente cooperan con tus planes y a menudo intentan eludir tus misiles. Hasta aquí no habíamos discutido cómo la maniobrabilidad de los objetivos afectaba al funcionamiento de los misiles. Cuando éstos son disparados a un blanco maniobrable, el misil seguirá una trayectoria curva hacia el objetivo. Esto incrementa la resistencia, hace perder velocidad y reduce el alcance efectivo del misil.

El blanco puede intentar "arrastrar" al misil; en ese caso, el objetivo ejecuta un giro de alta G hasta hacer quedar orientado justo en dirección opuesta al misil, entonces baja a 1 G y acelera apartándose directamente del misil que se aproxima. En este caso el objetivo está tratando de colocar el misil en la porción de aspecto de cola más corta de su envolvente de vuelo. El éxito dependerá principalmente de lo rápido que pueda girar el objetivo (un caza ligero puede ejecutar un giro de 8 G o 9 G, un avión de ataque muy cargado puede estar limitado a 5 G o 6 G) y de lo rápido que pueda acelerar después de haber perdido toda su velocidad en ese giro. Los misiles modernos más capaces pueden disponer de una zona sin escapatorias, es decir, que a una distancia concreta ningún avión del mundo puede girar lo suficientemente rápido o acelerar lo suficiente como para poder escapar. El mismo misil, sin embargo, puede ser incapaz de alcanzar al avión realizando un giro de arrastre de 6,5 G a 25 Km. de distancia.

El objetivo también puede intentar "cegar" el misil entrante, girando hacia éste e interfiriéndolo colocándolo en la línea 3/9 para después, manteniendo un viraje lo suficientemente cerrado, obligar al misil a realizar un giro continuo que haga que pierda energía y velocidad. En cualquier caso, el blanco está tratando de hacer que el misil gaste la mayor cantidad de energía posible, lo cual acorta su alcance y maniobrabilidad.

Conclusión

Hasta aquí hemos visto que el alcance del misil es un tema muy complejo. Simplemente sabiendo que un misil tiene 30 Km. de alcance no nos dice mucho ya que ¿desde que altitud se dispara?¿a qué altitud de diferencia del blanco?¿con qué aspecto angular?¿a qué velocidad?

Sobre todo, podemos sacar dos conclusiones fundamentales:

1. Cuando más cerca estés del blanco al disparar el misil, más probabilidades tiene éste de impactar sobre el objetivo. Los misiles que sean disparados en o cerca del alcance máximo (según las circunstancias) tienen pocas probabilidades de impactar.
2. Los lanzamientos a grandes alturas y velocidades incrementan significativamente el alcance efectivo de los misiles.

Guiado de los misiles

Los sistemas de guiado de los misiles proporcionan datos a los sistemas de control de los mismos para que, en las maniobras de viraje, los misiles intercepten el blanco. Los misiles aire-aire más modernos se basan en el guiado de búsqueda. En la búsqueda, la pauta de guiado está introducida en el ordenador del misil, usando la información sobre el movimiento del blanco. Existen tres tipos de búsqueda: pasiva, semiactiva y activa.

La más sencilla de estos tres tipos, la búsqueda pasiva, se basa en las emisiones generadas por el propio blanco (ondas de radio, calor, luz, sonido). En el caso de las búsquedas activa y semiactiva, se ilumina el objetivo (normalmente mediante radar o láser) y el sistema de búsqueda guía sobre la energía de iluminación reflejada por el objetivo. En el guiado de la búsqueda activa, el misil ilumina y sigue al blanco por sí sólo. La búsqueda semiactiva implica que alguna fuente externa al misil (por ejemplo, el radar de la plataforma de lanzamiento) ilumine el blanco.

Algunos misiles, especialmente los de largo alcance, utilizan un sistema combinado: guiado y seguimiento inercial corregido por radio en la última fase del vuelo. Para implementar el guiado inercial, el ordenador del avión lanzador suministra las coordenadas del objetivo, la trayectoria y la velocidad al sistema de control del misil.

Después de que el misil haya arrancado, su sistema de guiado utiliza la información sobre la posición relativa del misil y el punto de interceptación calculado por el sistema de navegación. Durante el vuelo del misil, el punto de interceptación puede variar significativamente. Por esta razón, la corrección por radio suplementa al guiado inercial. Esto incrementa la precisión con la que el misil alcanza la zona del blanco. Al aproximarse al objetivo, el sistema de guiado conecta la búsqueda pasiva o activa.

Para la búsqueda, un misil necesita un dispositivo que reciba la radiación del objetivo y la siga. Este dispositivo, conocido como rastreador, está situado en el morro del misil. Sin embargo, los buscadores semiactivos pueden incluir un receptor trasero para la recepción de información de la plataforma de

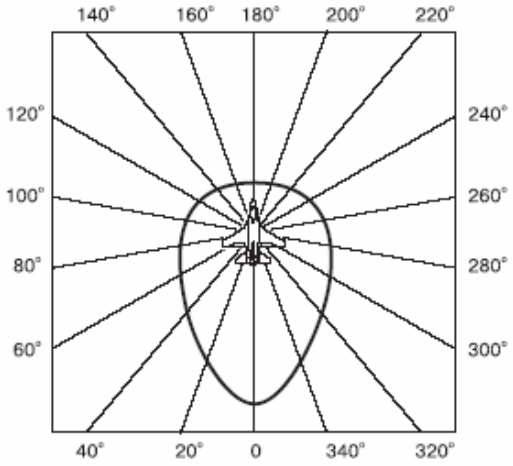
iluminación. Los buscadores activos contienen un transmisor y un receptor situados generalmente delante. Dependiendo del tipo de radiación recibida por el misil, el rastreador puede ser infrarrojo o radar.

Búsqueda pasiva

La mayoría de los rastreadores de búsqueda pasiva son infrarrojos (IR) que reaccionan ante los objetos que irradian calor. Este dispositivo contiene un material que es sensible al calor (radiación IR) producido principalmente por el sistema de propulsión del objetivo. El detector está normalmente criogenicamente refrigerado para eliminar la temperatura generada internamente y así permitir la detección incluso de cualquier pequeña cantidad de energía IR que provenga de una fuente externa.

Los buscadores IR tienen una ventaja inherente a su naturaleza, y es que la energía que reciben es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al objetivo. El alcance máximo de los misiles de guía activa o semiactiva varía inversamente a la cuarta parte de la potencia de emisión del transmisor.

El alcance con el cual un rastreador IR puede "ver" un blanco depende de la intensidad de la radiación IR emitida por el blanco en dirección al sensor y de la sensibilidad del rastreador. Por lo tanto, el alcance de seguimiento del rastreador IR depende muchísimo del modo de funcionamiento del motor del avión que es seguido y del aspecto angular, alcanzando su máximo valor en los ataques desde el cuarto posterior.



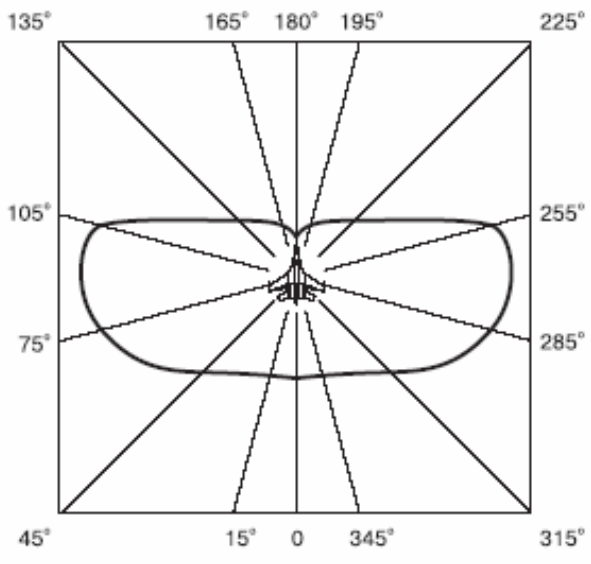
La figura lateral presenta un diagrama de la intensidad de la radiación IR de un avión de un solo motor en el plano horizontal.

Después de su lanzamiento, un misil que emplee el seguimiento pasivo se vuelve completamente autónomo y lo que se conoce como "disparar y olvidar". Si un rastreador IR proporciona el seguimiento de un objetivo en cualquier aspecto angular, el rastreador se conoce como multiaspecto, de otro modo sería un rastreador de aspecto trasero.

Una de las mayores desventajas del seguimiento pasivo es su dependencia de un objeto "cooperante" que continúe emitiendo la energía necesaria para el seguimiento. Además, la energía IR es absorbida y disipada por el vapor de agua, lo cual hace que los rastreadores de calor sean totalmente inútiles dentro de las nubes o bajo la lluvia. La discriminación entre el objetivo y la radiación de fondo generada por el sol, las reflexiones del agua, la nieve, las nubes y los terrenos calientes, tales como los desiertos, también pueden ser un problema para los rastreadores de IR.

Búsquedas Activa y Semiactiva

En las búsquedas activa y semiactiva, el misil utiliza una cabeza rastreadora radar. Los misiles guiados por radar son en la actualidad los misiles aire-aire más extensamente utilizados. En ellos, la potencia de la emisión de radio del objetivo y la sensibilidad del receptor determinan la capacidad del misil para seguir al objetivo. Como en este caso influye la radiación reflejada, su intensidad depende de la potencia de la fuente de iluminación y de la capacidad del objetivo para reflejar las ondas de radio; esto es, su huella radar (RCS). Esta capacidad depende significativamente del aspecto angular del blanco. Además del aspecto angular, la reflexión de las ondas de radio depende del tamaño, forma y detalles de construcción del objetivo. La figura de abajo muestra un diagrama típico de la intensidad de la señal reflejada.



Aunque la búsqueda semiactiva proporciona la adquisición de blancos no cooperantes y es buena para las largas distancias, uno de sus mayores problemas es la complejidad enormemente creciente que reduce su fiabilidad. Esencialmente, esta técnica requiere dos sistemas de seguimiento separados para lograr el éxito (uno en el misil y otro en la plataforma de guiado). Otra seria desventaja es la necesidad de iluminación del blanco por la plataforma de guiado durante el vuelo del misil. Esta necesidad hace que el iluminador sea vulnerable a las armas de seguimiento pasivo y a menudo se restringe la maniobrabilidad del avión que proporciona la iluminación del blanco.

Aunque el seguimiento activo requiere misiles más complejos, más grandes y más caros, el sistema de guiado total no es más complicado que el sistema semiactivo, y de alguna forma, es más simple y fiable. También proporciona a la plataforma la capacidad de "disparar y olvidar", como en los sistemas pasivos. Sin embargo tienen una desventaja, que es la menor posibilidad de detección de objetivos y menores distancias de seguimiento. Puesto que la distancia de adquisición del blanco es proporcional al área de la antena de iluminación, siendo todos los demás factores iguales, la distancia de seguimiento del radar del avión sobrepasa en gran medida a la del misil. Por lo tanto, el seguimiento semiactivo se hace posible a distancias considerablemente mayores que en el activo. Esto es por lo que el seguimiento activo se utiliza con frecuencia en combinación con el guiado inercial o el seguimiento semiactivo, y en ocasiones con el seguimiento pasivo.

Seguimiento del objetivo

Los misiles aire-aire modernos utilizan una gran diversidad de patrones de guiado. La mayoría de los misiles que emplean técnicas de navegación proporcional necesitan un rastreador móvil, capaz de mantener el seguimiento sobre el objetivo. Tales rastreadores tienen topes físicos en todas direcciones, denominados límites de giro o cardánicos, los cuales limitan su campo de visión y por lo tanto, limitan la cantidad de ventaja que el misil puede desarrollar. Si el rastreador alcanza el límite de giro, el misil normalmente pierde su capacidad de guiado, es decir, va suelto. Una situación así, generalmente ocurre cuando la línea de visión al blanco se mueve rápidamente y la velocidad de ventaja del misil sobre el objetivo es baja.

Utilizando los sistemas de a bordo el piloto busca, detecta y fija un objetivo, para luego suministrar los datos de éste al arma seleccionada. El misil puede lanzarse si los datos de puntería actuales del objetivo concuerdan con las características del sistema de guiado del tipo de misil elegido (por ejemplo, el aspecto angular del objetivo cae dentro de los límites de giro del rastreador y la intensidad de radiación del blanco está dentro de los límites de sensibilidad del rastreador).

El piloto puede lanzar el misil cuando caiga dentro de los límites de la posible zona de lanzamiento, la cual normalmente es calculada por el ordenador de a bordo del avión. El ordenador muestra sobre el HUD la información sobre la distancia mínima o máxima de lanzamiento, y enciende la marca de disparo (designación rusa para "Lanzamiento Autorizado", se pronuncia "pi-er") cuando el misil está preparado.

Destrucción del objetivo

Las cabezas de guerra típicamente utilizadas en los misiles aire-aire son de fragmentación explosiva, las cuales crean una nube de proyectiles incendiarios/explosivos o de tiras expandibles de metal. Las cabezas de guerra de fragmentación explosiva causan daños por los efectos combinados de la onda de choque expansiva y la alta velocidad de la fragmentación (normalmente trozos del revestimiento de la cabeza de guerra). El cometido de los proyectiles es parecido, salvo que algunos son en realidad pequeñas bombas que explotan o arden al contactar o penetrar en el objetivo. Los daños causados a los objetivos aéreos únicamente por el efecto de la explosión no son normalmente grandes, a menos que el misil impacte directamente con el blanco. Los fragmentos tienden a dispersarse desde el punto de la explosión, perdiendo poder destructivo al crecer la distancia. Los proyectiles reducen algo este problema, pues un solo impacto suyo puede ser más dañino. Las cabezas de guerra de tiras expandibles tienen tiras metálicas empaquetadas en la superficie lateral de una carga explosiva, en una o varias capas. Los extremos de estas tiras están soldados por pares, de forma que su dispersión tras la explosión forma un extendido y sólido anillo en forma de espiral.

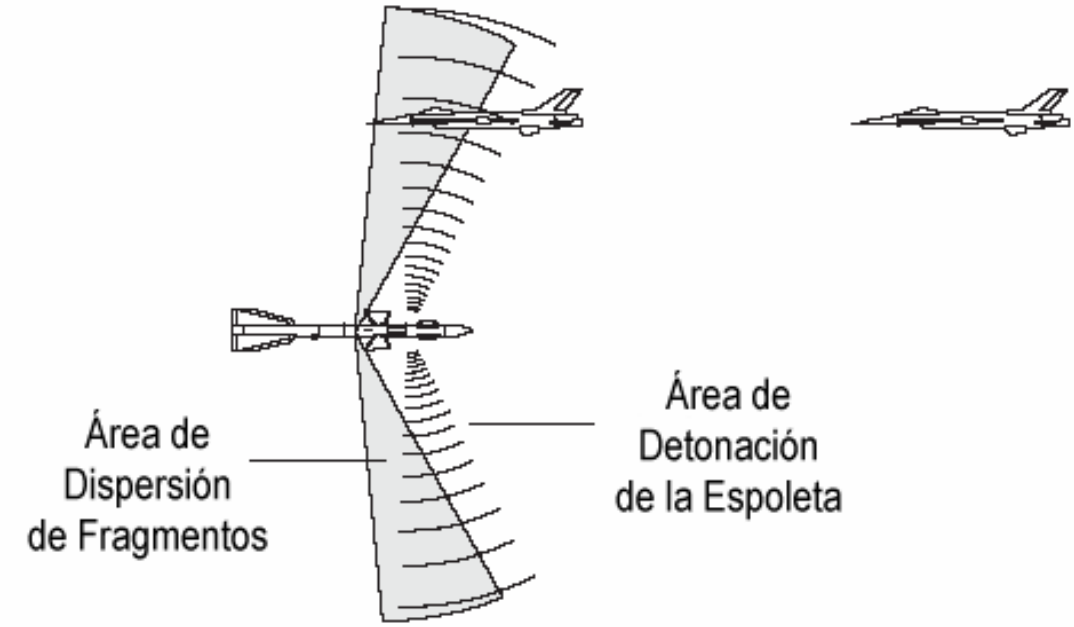
Lo letal que resulta ser una cabeza de guerra depende en gran medida de la cantidad de material explosivo y del número y tamaño de los fragmentos. Cuánto mayores sean las distancias previstas entre el objetivo y la explosión y más imprecisas sean las espoletas, mayores tendrán que ser las cabezas de guerra. Cuanto mayor sea el tamaño de la cabeza de guerra, más efectiva será la destrucción del blanco. Sin embargo, cuanto mayor sea la cabeza de guerra, mayor será el peso total del misil y por lo tanto, menos maniobrable será.

El objetivo del sistema de espoleta del misil es causar la detonación de la cabeza de guerra causando el máximo daño al objetivo. Las espoletas pueden ser de contacto, de acción retardada, mandadas y de proximidad. Las espoletas de contacto se activan cuanto impactan con el objetivo. Este tipo de espoleta es utilizada normalmente en combinación con otros tipos. Las espoletas de acción retardada son preajustadas antes de su lanzamiento para que hagan explosión en el momento que se calcule que pueden estar en la proximidad del blanco. Las espoletas mandadas son activadas por órdenes de radio de la plataforma de lanzamiento cuando el sistema de seguimiento indica que el misil ha alcanzado su punto más cercano al objetivo.

Los misiles aire-aire modernos utilizan sobre todo las espoletas de proximidad, que son probablemente las más efectivas contra blancos maniobrables. Las hay de muchos diseños, incluyendo las activas, semiactivas y pasivas. Una espoleta activa envía algún tipo de señal y se activa cuando recibe un reflejo del objetivo. Las espoletas semiactivas funcionan generalmente por interacción entre el sistema de guiado y el blanco. Las espoletas pasivas se basan para la activación en un

fenómeno asociado con el blanco. Este puede ser el ruido, el calor, las emisiones de radio, etc.

Las espoletas de proximidad se adaptan normalmente a la trayectoria de guiado del misil al blanco más probable y a la geometría de interceptación más probable. Todo ello determina el ritmo de acercamiento, el rumbo, la distancia al blanco y otros parámetros. Esto asegura una alta eficacia de combate de la cabeza de guerra al ajustar de forma racional un área de detonación y de dispersión de fragmentos, que forma generalmente un volumen letal en forma de cono por delante del punto de detonación de la cabeza de guerra.



Recuerda que los misiles aire-aire modernos contienen un mecanismo de autodestrucción en caso de que el misil pierda el blanco o el control. El piloto selecciona un tipo particular de misil dependiendo de la distancia al blanco y su maniobrabilidad. Considerando estas características, los misiles pueden dividirse en los de largo alcance, medio alcance y combate aéreo cercano.

6.1 ARMAS AIRE-AIRE DE LA OTAN

6.1.1 AIM-120 AMRAAM

El AIM-120 es el misil más efectivo y versátil en servicio de las fuerzas occidentales. Tiene el mayor alcance, el buscador más amplio y el mejor mecanismo de guiado que cualquier otro misil occidental de guía radar.

Para lanzarlo debe obtenerse primero un bloqueo en los modos STT o TWS. El radar fija un "punto de salida" para el misil. Cuando se ha lanzado, el misil utiliza la guía inercial para volar a dicho punto, donde se activa y comienza la búsqueda

del objetivo. Mientras el avión mantenga el bloqueo sobre el objetivo, el "punto de salida" se actualiza para asegurar que el objetivo es visible cuando el misil se active. El radar transmite las coordenadas actualizadas mediante una línea segura de datos.

Si el radar pierde el bloqueo, deja de transmitir las instrucciones de guiado al misil. En este caso, el misil continúa hasta la última coordenada que recibió y activa su propio radar. El misil se dirigirá al objetivo con la mayor señal de retorno que encuentre dentro de su zona de búsqueda.

Ver el capítulo **Modos del HUD** para mas detalles sobre cómo adquirir objetivos y disparar el AIM-120.

AIM-120

Tipo: Misil Aire-Aire de medio alcance guiado por radar.

Peso (Kg.): 157

Longitud (m): 3,65

Diámetro (m): 0,178

Equivalencia en TNT (Kg.): 22

Sistema de Guía: Inercial y por radar activo

Limite de Gs: 22

Velocidad Máxima (Mach): 3

Alcance (Km): 50

Aviones que lo montan: F-15C

Modo de adquisición de objetivos:

1.- STT con objetivo bloqueado

2.- TWS con uno o mas objetivos designados.

6.1.2 AIM-7 SPARROW

EL misil guiado por radar semiactivo (SARH) AIM-7 SPARROW ha servido como principal misil "Más allá del campo visual" (BVR) en la OTAN durante más de dos décadas. Se comportó de manera pobre sobre los cielos de Vietnam, pero versiones mejoradas realizaron la mayoría de los derribos que se realizaron por los EEUU en la Guerra del Golfo de 1991.

El SPARROW no lleva emisor de radar. EL avión lanzador debe mantener el bloqueo sobre el objetivo, permitiendo al misil dirigirse a las ondas reflejadas en el objetivo. Si el avión lanzador pierde el bloqueo, el misil no puede localizar al objetivo y pasa a modo balístico.

Alternativamente, en combates dogfight, el modo de radar FLOOD del F-15 calcula una ruta genérica. Aunque el no bloquea al objetivo, el AIM-7 es capaz de dirigirse gracias a la energía reflejada por el objetivo y captada por el buscador. En modo FLOOD, el AIM-7 se dirigirá a la señal de radar mayor con más de 10 nudos.

Ver el capítulo **Modos del HUD** para mas detalles sobre cómo adquirir objetivos y disparar el AIM-7.

AIM-7

Tipo: Misil Aire-Aire de alcance medio guiado por radar.

Peso (Kg.): 230

Longitud (m): 3,66

Diámetro (m): 0,203

Equivalencia en TNT (Kg.): 39

Sistema de Guía: radar semiactivo

Limite de Gs: 20

Velocidad Máxima (Mach): 3

Alcance (Km.): 45

Aviones que lo montan: F-15C

Modo de adquisición de objetivos:

1.- STT con objetivo bloqueado

2.- FLOOD con objetivos dentro de las 10 millas náuticas.

6.1.3 AIM-9 SIDEWINDER

El misil guiado por infrarrojos AIM-9 ha sido el caballo de batalla de la OTAN durante décadas, pero ha comenzado a mostrar signos de antigüedad. Aunque es un misil potente carece de la maniobrabilidad y capacidad "Off-boresight" del ruso R-73 (AA-11 Archer).

El AIM-9 fija sus objetivos de dos maneras:

- Un F15C puede disparar misiles AIM-9 a un objetivo que tenga bloqueado por radar en modo STT
- Un A-10A o un F15C pueden usar el buscador que incorpora el misil para bloquear el objetivo antes de disparar.

En modo boresight, el buscador del misil explora un área estrecha justo enfrente. Liberando al buscador, se permite que la cabeza buscadora se mueva por una zona más amplia, dando al misil una visión mayor del espacio aéreo frontal. En cualquier caso, cuando el misil detecta una fuente de calor, emite un sonido. EL sonido aumenta de frecuencia según aumente la intensidad de la fuente de calor.

Los misiles guiados por infrarrojos no emiten ninguna señal y son muy difíciles de detectar. Al contrario que los guiados por radar, el enemigo no recibe ningún aviso de aproximación de los misiles guiados por infrarrojos.

Ver el capítulo **Modos del HUD** para más detalles sobre cómo adquirir objetivos y disparar el AIM-9.

AIM-9

Tipo: Misil Aire-Aire de corto alcance guiado por infrarrojos.

Peso (Kg.): 88,5

Longitud (m): 2,87

Diámetro (m): 0,127

Equivalencia en TNT (Kg.): 10

Sistema de Guía: IR

Limite de Gs: 22

Velocidad Máxima (Mach): 2,5

Alcance (Km.): 8

Aviones que lo montan: F-15C, A-10A

Modo de adquisición de objetivos:

1.- F-15C, STT con objetivo bloqueado.

2.- F-15C / A-10A, buscador BORESIGHT (sin radar).

3.- F-15C / A-10A, buscador liberado (sin radar).

6.2 ARMAS AIRE-AIRE RUSAS

El cañón GSH-301

El cañón es el arma más básica en combate aéreo. Aunque muchos creen que los misiles guiados han hecho al cañón obsoleto, repetidas experiencias han demostrado que el cañón mantiene un papel importante en el arsenal de una aeronave. El Flanker transporta 150 cartuchos de 30mm capaces de inflingir serios daños a los aviones enemigos. El cañón se activa presionando la tecla C desde cualquier modo Aire-Aire o Aire-Tierra.

Utilizando el Radar o el Sistema Electro-Óptico (EOS) para fijar blancos

Afortunadamente, el radar y el EOS simplifican la tarea del uso del cañón gracias a la medición precisa de la distancia al objetivo y facilitando indicaciones en el HUD. Bloquear un objetivo en modo Combate Aéreo Cercano (CAC) o en Vista de Casco (HMS) aumenta mucho las posibilidades de alcanzar al blanco.

Una vez que el blanco ha sido bloqueado, aparecerá en el HUD una serie de indicaciones extra. La parte izquierda del HUD mostrará la indicación "AUTOTRACK" (que indica que el sistema esta operativo y siguiendo un objetivo) con una escala vertical de distancias. La escala facilita 3 tipos de información simultáneamente:

1. **Distancia al blanco**: la flecha a lo largo de la parte derecha de la escala indica la distancia del blanco. Las marcas a lo largo de la parte derecha ayudan a estimar la distancia.
2. **Distancia efectiva del cañón**: Las marcas a lo largo de la parte derecha de la escala, indican las distancias máxima y mínima de disparo del cañón.
3. **Angulo**: El puntero móvil de la parte inferior de la escala muestra el rumbo relativo del objetivo. Si el puntero marca hacia abajo, el objetivo se dirige directamente a ti.

Como siempre, cuando se fija un objetivo, la velocidad y la altitud del blanco se muestran debajo de la tuya. El número de cartuchos que te quedan se muestra en la esquina inferior derecha. El punto de mira se superpone al objetivo mientras se mantenga el bloqueo.

Por norma general, maniobra con el avión para mantener al objetivo en la zona frontal, esto impedirá que rompa el contacto con una maniobra inesperada.

Según te aproximes al blanco, dentro de los 1.400 m la simbología cambia. La escala desaparece y en su lugar aparece el punto de mira. El círculo que rodea la cruceta representa ahora la distancia al blanco. El arco de dicho círculo desaparecerá en sentido horario según te vayas acercando. Cuanto más pequeño sea el arco, más cerca te encuentras del objetivo. Un círculo completo indica 1.400 m de distancia.

Para disparar al blanco, dirige el punto de mira al objetivo. Cuando el ordenador calcule que estás dentro de la distancia apropiada, aparecerá el Indicador de Disparo. Si te aproximas demasiado al blanco, el HUD muestra el Indicador de Rechazo OTB.

Si el blanco consigue romper el bloqueo, el HUD mostrará el modo de embudo estándar. Para reestablecer el bloqueo, desactiva el cañón pulsando la tecla C y repite la secuencia de bloqueo utilizando el radar.

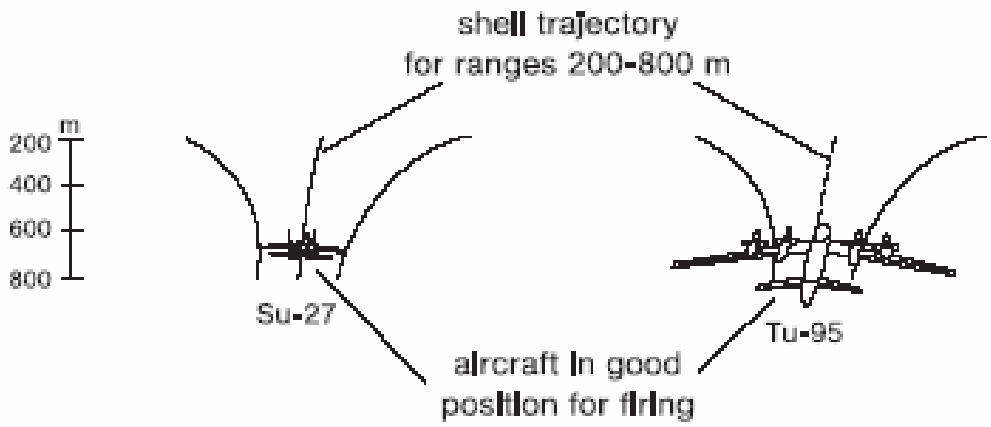
Utilizando el visor de embudo del cañón

En el caso de que el radar y el EOS no estén operativos o seas incapaz de realizar un bloqueo, puedes utilizar el visor de embudo para apuntar el cañón. El embudo aparece siempre que activas el cañón (pulsando C) y no dispongas de un bloqueo previo. El embudo está diseñado para indicar el ángulo de tiro adelantado que debemos tener cuando disparamos a un blanco del tamaño de un caza entre 200 m y 800 m de distancia.

El embudo consiste en dos líneas curvas. La distancia entre las dos líneas representa una anchura de 15 m (la envergadura alar aproximada de muchos cazas) variando la distancia entre 200 m (parte superior del embudo) y 800 m (parte inferior). Para usar el embudo maniobra tu avión hasta que la línea horizontal del medio este paralela a las alas del blanco (esto indica que estás en el mismo plano de maniobra que

el blanco). Sube o baja el morro hasta que los bordes alares del objetivo toquen las curvas del embudo. Cuanto mas lejos este el objetivo, más adelantado deberá de ser el tiro. Si disparas en ese momento, las probabilidades de que la munición impacte en el objetivo son máximas.

¿Que ocurre si la envergadura del objetivo es mayor (o inferior) a 15 m? El embudo representa específicamente una envergadura de 15 m por lo que deberás estimar la diferencia. Por ejemplo, un blanco del tamaño de un TU-95 tiene una envergadura aproximada de 50 m y cubrirá el embudo. En este grafico se compara un SU-27 y un TU-95 a 700 m de distancia:



La siguiente tabla muestra las envergaduras (mínima y máxima para aviones de geometría variable) que te puedes encontrar. Cuando entres en combate con un blanco mayor o menor de 15 m, recuerda ajustar el embudo adecuadamente. Si el blanco es menor, no subas el morro demasiado y si es mayor hazlo más de lo que indica el embudo.

Avión	Envergadura (m)	Avión	Envergadura (m)
MiG-23	7,8/14	Tu-22	23,6
MiG-27	7,8/14	Tu-95	50,05
MiG-29	11,36	Tu-142	51,1
MiG-31	13,46	Il-76	50,3
Su-24	10,36/17,63	A-50	50,3
Su-25	14,36	F-15	13,1
Su-27	14,72	F-16	9,4

6.2.1 R-33 / AA-9 Amos

EL R-33E (designación EEUU/OTAN AA-9 Amos) diseñado por Vympel OKB, es un misil guiado de largo alcance con un radio de acción superior a 160 Km. El misil emplea control inercial y guía por radar semiactivo en el último tramo del vuelo. El R-33 se utiliza para interceptar aviones y misiles crucero, motivo por el que es el principal misil del MiG-31 Foxhound. Es capaz de destruir blancos que se encuentren entre 25 m y 28 Km. de altitud que vuelen por encima de Mach 3,5. La diferencia relativa de altitud entre el misil y el blanco puede ser superior a 10 Km. El R-33 vuela a una velocidad de Mach 4,5.

6.2.2 R-23/AA-7 Apex

El misil de medio alcance Vympel R-23 (AA-7 Apex) viene en dos versiones con diferentes tipos de buscador. EL R-23R (AA-7A) tiene un buscador semiactivo mientras que el R-23T (AA-7B) tiene un buscador infrarrojo. Ambos misiles tienen un radio de acción máximo de entre 25 y 35 Km. EL viejo misil R-23 es a menudo sustituido por el R-27 Álamo, más potente e inteligente.

6.2.3 R-27/AA-10 Álamo

El R-27 (también llamado AA-10) es el principal misil aire-aire de medio alcance para el Su-27 y esta disponible en numerosas variantes. El R-27 entró en producción en 1982 para usarlo específicamente en el nuevo MiG-29 y para sustituir en el Su-27 los R-23 Apex usados por el MiG-23. El R-27 es efectivo contra aviones con gran maniobrabilidad, helicópteros y misiles de crucero. Puede destruir blancos en cualquier ángulo, de día o de noche y en buenas o malas condiciones climatológicas. Su sistema de guía resiste interferencias naturales o producidas por ECM y es capaz de rastrear blancos enmascarados en tierra o mar. EL R-27 es capaz de captar objetivos que se encuentren entre 25 m y 20 Km. de altura y con una elevación de más de 10 Km. Los blancos pueden volar a más de 3500km/h y con una carga-G de más de 8 Gs.

El R-27 tiene una gran cantidad de versiones equipadas con varias cabezas buscadoras. La versión básica con radar semiactivo (SARH) es el R-27R (Álamo-A), a menudo montado junto al R-27T (Álamo-B) guiado por infrarrojos (IR) por lo que esta pareja de misiles SARH e IR pueden ser disparados en abanico para aumentar las posibilidades de derribo. Las versiones de largo alcance de ambos misiles tienen un nuevo motor impulsor y son fácilmente reconocibles por el incremento de longitud y su ligero fuselaje trasero engordado. Se les denomina R-27RE y R-27TE respectivamente. Las otras dos variantes son el R-27EM con un buscador de guía radar semiactiva (SARH) para un mejor rendimiento contra misiles de perfil

de vuelo rasante, y el R-27AE con radar activo y guía en la fase final. El armamento estándar del SU-27 incluye seis R-27.

Versión	Denominación en ruso	Guía	Alcance a Alta/Baja Altitud (Km.)
R-27R	P-27	Misil inercial radio dirigido guiado por radar semiactivo en fase final	80/10
R-27T	P27	Guía infrarroja pasiva multiaspecto	72/10
R-27RE	P-27Э	Lo mismo que el R-27R	170/30
R-27TE	P-27Э	Lo mismo que el R-27T	120/15
R-27EM	P-27 НЭ	Misil inercial radio dirigido guiado por radar semiactivo en fase final (capaz de destruir misiles de crucero a 3 m sobre la superficie del agua)	120/20
R-27AE	P-27 NЭ	Misil inercial radio dirigido guiado por radar activo en fase final	120/20

6.2.4 R-77/AA-12 Adder

El Vympel R-77 (AA-12 Adder) es un misil aire-aire de alcance medio de nueva generación. Este misil es llamado no oficialmente “AMRAAMski” en el Oeste. El R-77 entró en fabricación limitada en 1992 y está principalmente dirigido a las versiones avanzadas del SU-27 y el MiG-29. El misil emplea guía por órdenes de radio en la parte inicial del vuelo y guía con radar activo en la aproximación al objetivo (a los 15 Km. de éste).

El R-77 puede ser usado eficazmente contra cazas con alta maniobrabilidad, misiles de crucero, AAMs y SAMs, bombarderos estratégicos, helicópteros (incluyendo helicópteros en modo estacionario). Puede destruir objetivos moviéndose en cualquier dirección y con cualquier ángulo de aspecto, de día o de noche, con buen o mal tiempo. Su sistema de guiado es resistente al ECM y es capaz de seguir blancos enmascarados en el terreno. Su máximo rango de operaciones es de 90 Km. El misil puede atacar objetivos con ángulos de aspecto superiores a 90º. El R-77 tiene una velocidad máxima a elevadas altitudes de Mach 4,0.

6.2.5 R-60/AA-8 Aphid

El misil R-60 (AA-8 Aphid) es un misil de combate aéreo cercano con guía infrarroja pasiva para todos los aspectos. Su máximo rango de operaciones son 10 Km. El misil normalmente vuela a Mach 2. El R-60 puede ser cargado en prácticamente cualquier caza de combate ruso y por muchos helicópteros, aunque está considerado obsoleto y a menudo es reemplazado por el mas inteligente R-73.

6.2.6 R-73/AA-11 Archer

El Vympel R-73 (A-11 Archer) fue desarrollado como sustituto del R-60 y es el primero de una nueva generación de misiles de gran maniobrabilidad para combate aéreo cercano. El misil emplea guía infrarroja pasiva y ha sido descrito como una variante del actual Sidewinder “una década por delante”, como el misil de guía IR más sofisticado en servicio. El R-73 posee un nuevo nivel de agilidad y es capaz de lanzamiento fuera del eje desde todos los aspectos. Tiene un sensor con un ángulo muy ancho que puede estar conectado al visor montado en el casco del piloto, permitiendo al misil fijar objetivos hasta 60º desde el eje del caza. El misil puede ser lanzado desde un caza tirando hasta 8,5 Gs.

El R-73 emplea control aerodinámico combinado con empuje vectorial. Una tremenda maniobrabilidad (hasta 12 Gs) que se consigue mediante el empleo de unas aletas delanteras (canards), flaperones en las aletas traseras y deflectores de flujo en la salida de gases del misil.

El misil tiene una cabeza explosiva de 7,4 Kg. y puede destruir objetivos a altitudes tan bajas como a 5 m y a rangos de hasta 30 Km. El R-73 normalmente vuela a Mach 2,5.

La tabla siguiente contiene las características detalladas de los tipos de misiles aire-aire rusos. A la derecha del nombre del caza (entre paréntesis) se muestra el número máximo del tipo de arma que se puede montar en dicho caza.

Tipo	En ruso	USA/OTAN	Avión	Peso (Kg.)	Guía	Rango (Km.)
R-23R	P-23P	AA-7A	MiG23 (2)	223	SARH	25/35
R-23T	R-23T	AA-7B	MiG23 (2)	217	IR	25/35
R-27R	P-27P	AA-10A	MiG29 (4) Su-27 (6) Su-33	253	SARH	80
R-27T	P-27T	AA-10B	MiG29 (4) Su-27 (6) Su-33	254	IR	72
R-27RE	E-27НЭ	AA-10C	MiG29 (4) Su-27 (6) Su-33	350	SARH	170
R-27TE	P-27 NЭ	AA-10D	MiG29 (4) Su-27 (6) Su-33	343	IR	120
R-33A	P-33Г	AA-9	MiG31 (6)	490	SARH	160
R-60	P-60	AA-8	Su24 (2) Su25 (2) MiG23 (4) MiG27 (2)	45	IR	10
R-73	P-73	AA-11	MiG29 (6) MiG31 (4) Su24 (2) Su25 (2)	110	IR	30

			Su27 (10) Su-33			
R-77	P-77	AA-12	MiG29 (6) MiG31 (4) Su25 (2) Su27 (10) Su-33	175	RC+ARH	90

ARMAS AIRE-TIERRA

Las armas aire-tierra vienen en dos categorías: guiadas y no guiadas. Las armas guiadas constan de misiles aire-tierra y bombas guiadas por láser. Las bombas no guiadas constan de cohetes y bombas de caída libre.

Las bombas de caída libre, también llamadas bombas de hierro, son la base del armamento aire-tierra. Aunque las modernas armas guiadas son mas precisas, también son sustancialmente más caras. Las bombas de hierro, de hecho, han permanecido en servicio a lo ancho del mundo durante décadas.

Las bombas de hierro no son particularmente precisas. Simplemente caen al suelo sin posibilidad de maniobrar o dirigirse. El caza atacante debe volar nivelado con un rumbo constante cuando suelte las bombas. Alabear o hacer cambios repentinos de inclinación al soltar las bombas modificarán el rumbo de éstas. El viento también puede sacar la bomba del rumbo. Además, las bombas de hierro no deberían utilizarse en situaciones que requieran alta precisión o un mínimo daño colateral.

Los movimientos bruscos del avión pueden afectar negativamente a la precisión de las bombas.

El rango efectivo de una bomba de hierro depende principalmente de dos factores: la velocidad y la altitud del bombardero. Incrementar la velocidad y la altitud "lanzan" la bomba más lejos. La siguiente tabla ilustra el efecto de la velocidad y la altitud sobre el rango efectivo de una bomba de hierro típica de 500 libras al ser lanzadas en vuelo nivelado.

Altitud (AGL)	Velocidad (kts)	Rango Bomba (ft)
500	240	2100
500	400	3600
1000	240	3100
1000	400	5100
1500	240	3800
1500	400	6300
2000	240	4400

2000	400	7200
4000	240	6200
4000	400	10200

Las bombas de hierro tienen muchos tamaños y formas, pesando desde 500 lbs hasta 2.000 lbs. La mayoría de las bombas de "propósito general" portan una única cabeza explosiva, mientras que las Unidades de Bombas de Racimo (CBUs) contienen un "racimo" de bombetas que son desperdigadas sobre un área.

El alcance de una bomba viene determinado por la velocidad y la altitud del avión en el momento de lanzarla.

Los cohetes son ampliamente utilizados contra objetivos "blandos", incluyendo camiones, vehículos ligeramente blindados y emplazamientos de tropas. Los cohetes son unas armas relativamente difíciles de utilizar. La más ligera alteración del rumbo mientras se disparan altera el rumbo del cohete. Los cohetes sufren del "efecto veleta", es decir, giran dependiendo del viento.

Dispara los cohetes en andanadas para saturar la zona del objetivo.

Los misiles y bombas guiadas son los más efectivos pero también los más caros. Las armas guiadas por láser, infrarrojos y televisión tienen una sorprendente precisión, siendo capaces de alcanzar un único tanque dentro de una columna o una sección específica de una construcción cualquiera. Los procedimientos de uso y las circunstancias operacionales (esto es, cuando es necesario utilizar un tipo u otro de armamento) varían según el tipo de arma, pero por norma general a mayor altitud y velocidad, el rango efectivo de las mismas crece.

7.1 ARMAMENTO AIRE-TIERRA DE LA OTAN

7.1.1 LAU-10 y LAU-61

Los cohetes, a causa de su imprecisión (inherente al propio misil) y su potencia de fuego relativamente limitada, han visto reducido su uso dentro de la USAF. Los cohetes carecen de mecanismos de guiado requiriendo de esta forma ser apuntados de manera visual. Este tipo de misiles son notoriamente imprecisos: la mínima variación en la senda de vuelo puede variar su trayectoria provocando la consiguiente pérdida de precisión del mismo. En estos misiles el viento es especialmente problemático ya que, como hemos comentado anteriormente, son propensos a girar con el viento (de manera parecida a una veleta).

Su efectividad se ve limitada únicamente a objetivos "blandos" como camiones, vehículos de blindaje ligero y concentraciones de tropas. Por norma general, deben ser disparados en oleadas para asegurar que se alcanza el objetivo.

El LAU-10 carga cohetes de 5 pulgadas mientras que el LAU-61 carga 19 cohetes más pequeños (de 2,75 pulgadas)

LAU-10 (Zuni)

Tipo: cohete no guiado de 127 mm.

Peso (Kg.): 56,3

Longitud (m): 2,93

Diámetro (m): 0,127

Carga explosiva (Kg.): 26

Velocidad (Km./h): 2.520

Alcance (Km.): 4

LAU-61 (Hydra)

Tipo: Cohete no guiado de 70 mm.

Peso (Kg.): 6,2

Longitud (m): 1,06

Diámetro (m): 0,070

Carga explosiva (Kg.): 2,4

Velocidad (Km./h): 4.388

Alcance (Km.): 8,8

7.1.2 Bombas de propósito general Mk-82 y Mk-84

Las bombas de propósito general de baja resistencia Mk-8x (LDGP), también denominadas "bombas de hierro", han permanecido en servicio en la USAF durante décadas y son empleadas por una extensa variedad de aviones. Este tipo de armamento es efectivo contra gran cantidad de objetivos, desde camiones hasta bunkers, pasando por emplazamientos SAM, edificios, puentes, etc. Los tipos más empleados de la serie Mk-8x son la Mk-82, de 500 lbs, y la Mk-84, de 2.000 lbs. Durante la Guerra del Golfo (1991) se emplearon 12.189 Mk-84 y 77.653 Mk-82.

Al no ser guiadas, el piloto debe apuntar visualmente. Con práctica, un piloto bien entrenado puede llegar a lanzarlas en el objetivo con una probabilidad de error de 400 pies, lo que significa que lanzaría todas las bombas en un círculo alrededor del objetivo de 400 m de radio como máximo. Aunque las bombas guiadas son significativamente más precisas, también son considerablemente más caras, lo que significa que las bombas de hierro estarán en servicio activo durante un larga temporada todavía.

El alcance efectivo de una bomba de hierro depende de la velocidad y altitud a la que haya sido lanzada. A mayor altitud y velocidad, mayor alcance.

Mk-82

Tipo: Bomba de propósito general

Peso (Kg.): 241

Longitud (m): 2,21

Diámetro (m): 0,273

Carga explosiva (Kg.): 89

Mk-84

Tipo: Bomba de propósito general

Peso (Kg.): 894

Longitud (m): 3,84

Diámetro (m): 0,46

Carga explosiva (Kg.): 428

7.1.3 Misiles AGM-65B y AGM-65K Maverick

Los misiles AGM-65B y AGM-65K Maverick son los misiles “dispara y olvida” muy precisos y efectivos. Con un rango efectivo de 10 millas (depende también de la velocidad y altitud a la que se dispare), el Maverick lleva una cabeza de alto poder explosivo y carga hueva de 80 lbs, muy efectiva contra vehículos blindados. La adquisición del objetivo, por el contrario, es una labor compleja, lo que hace complicado su uso en combate.

El Maverick es una de las armas más importantes del A-10. De los 5.255 Mavericks empleados durante la Guerra del Golfo de 1991, cerca de 4.000 fueron lanzados por los "Warthog". El AGM-65 tiene un uso orientado a la destrucción de vehículos blindados, bunkers, lanchas, radares de alta movilidad y "objetivos duros" de pequeño tamaño.

EL AGM-65B lleva un buscador electro-óptico (televisión) limitado a luz diurna y buenas condiciones climatológicas. El AGM-65K usa un buscador de imagen infrarroja (IIR), que detecta el calor emitido por el objetivo. El buscador IIR puede ser usado de noche o con una climatología adversa. No necesita recibir ningún tipo de información de guiado desde la plataforma de disparo después del lanzamiento. El piloto es libre de maniobrar o bloquear otro objetivo una vez que el misil ha salido de su rail.

Mira el capítulo **Sensores** para los detalles sobre el uso de los misiles AGM-65.

AGM-65B

Tipo: Misil aire-tierra, guiado por televisión de alcance medio

Peso (Kg.): 210

Longitud (m): 2,49

Diámetro (m): 0,305

Carga explosiva (Kg.): 57

Guía: Televisión

Límite G: 16

Máximo Mach: 0,85

Rango (Km.): 27

AGM-65K

Tipo: Misil aire-tierra, guiado por infrarrojos de alcance medio

Peso (Kg.): 220

Longitud (m): 2,49

Diámetro (m): 0,305

Carga explosiva (Kg.): 57

Guía: Imagen infrarroja

Límite G: 16

Máximo Mach: 0,85

Rango (km): 27

7.1.4 Bomba de racimo Mk 20 Rockeye

La Mk-20 Rockeye es una bomba de racimo de caída libre, no guiada que contiene 247 submuniciones antiblindaje. La Rockeye distribuye las bombetas en un patrón rectangular y es altamente efectiva contra tanques, vehículos y concentraciones de tropas. No es efectiva contra estructuras reforzadas, como bunkers o puentes. Cerca de 28.000 Rockeyes fueron lanzadas durante la Guerra del Golfo de 1991.

Asimismo adolece de las mismas dificultades de manejo que otras bombas de hierro: la adquisición visual de los objetivos reduce la precisión y el rango efectivo viene determinado primordialmente por la velocidad y la altura a que vaya el avión que las lanza.

Mira el capítulo 3 para los detalles de uso de estas bombas.

Mk-20 Rockeye

Tipo: Bomba de racimo multipropósito

Peso (Kg.): 222

Longitud (m): 2,34

Diámetro (m): 0,335

Carga explosiva (Kg.): 50

7.1.5 ALQ-131

El perturbador de frecuencias Westinghouse ALQ-131 empezó a desarrollarse al principio de los años 70. Opera sobre un amplio margen de frecuencias y utiliza un regulador para controlar la potencia de salida del perturbador.

Mediante su software digital reprogramable, el ALQ-131 todavía proporciona un soporte perturbador efectivo en los campos de batalla electrónicos de hoy en día.

7.2 ARMAS AIRE-TIERRA RUSAS

Las bombas se usan para destruir grandes objetivos fortificados. Después de soltar la bomba, esta sigue una trayectoria balística (bombas de caída libre) o se mueve bajo el control de su sistema de guiado (bombas guiadas).

Una bomba típica consiste de un cuerpo cilíndrico equipado con estabilizadores, una carga de explosivo y un detonador. Las más comunes son las explosivas (designación rusa FAB), fragmentación (OAB), penetradoras (BetAB) e incendiarias (ZAB) y las bombas de acción combinada (por ejemplo, explosivo-fragmentaria (OFAB)). Todos estos tipos de bombas pueden ser monolíticas o en contenedor.

7.2.1 Bombas de caída libre

Las bombas de caída libre no tienen ningún tipo de capacidad de guiado o control, cayendo a lo largo de una senda predecible en función del perfil de vuelo en el momento de lanzarlas.

Bombas de propósito general FAB-250, FAB-500, FAB-1500

Las bombas de propósito general FAB-250, FAB-500, FAB-1500 contienen cargas de alto nivel explosivo. FAB significa Bomba de Onda Expansiva para Aviación en ruso, y el número en la designación de la bomba muestra el calibre en kilos: 250,

500 y 1500 Kg., respectivamente. Estas bombas dañan objetivos básicamente por ondas de choque y son efectivas contra centros de defensa, industriales, nudos ferroviarios, buques y objetivos blandos.

Las bombas de uso general son las más baratas de todas las armas aire-tierra. Para lanzarlas de una manera efectiva es deseable soltarlas a una velocidad de entre 500 y 1000 Km./h y a una altitud comprendida entre 300 y 5000 m.

Bomba Explosivo-Fragmentaria OFAB-250

La OFAB-250 es una bomba de fragmentación de 250 Kg. (OFAB significa Bomba Explosivo-Fragmentaria para Aviación en ruso) que combina los efectos de las bombas de uso general y de las bombas de fragmentación. La explosión crea una nube de pequeños fragmentos y metralla. Éste arma es efectiva contra personal y vehículos con un blindaje ligero. Se lanza a velocidades de entre 500 y 1000 Km./h y altitudes desde 500 hasta 5000 m usando cualquier modo de lanzamiento.

Bomba retardada PB-250

La PB-250 es una bomba de fragmentación equipada con un paracaídas, que se despliega en el momento de soltar la bomba. El paracaídas incrementa la resistencia aerodinámica de la bomba y consecuentemente, reduce en gran medida su velocidad. Esto permite al piloto bombardear a baja altitud, dándole el tiempo suficiente para abandonar el radio de acción de la bomba antes de que ésta detone.

La bomba contiene una carga de acción explosiva, mientras que la carga de fragmentación viene dada por el especial diseño de su cubierta. La PB-250 es efectiva contra personal, vehículos de blindaje ligero, convoyes, aeronaves aparcadas en aeropuertos, etc. Se lanzan a baja altitud, comprendida en el rango de 100-300 metros y a velocidades entre 500 y 1000 Km./h.

Bomba de penetración BetAB-500ShP

La bomba de penetración BetAB-500ShP (BetAB significa Bomba de Penetración para Aviación en ruso) es un bomba de uso específico contra bunkers de cemento reforzado y pistas. Contrariamente a las bombas de uso general, la BetAB tiene una estructura más fuerte y un cono reforzado. Con la suficiente energía cinética, la bomba penetra a través del cemento y explosiona a continuación. La BetAB-500ShP esta equipada con un paracaídas y un propulsor de estado sólido. El paracaídas inicialmente ralentiza a la bomba, dándole tiempo a la aeronave lanzadora para que abandone la zona de impacto. Posteriormente se suelta el

paracaídas y se pone en marcha el propulsor, acelerando la bomba hasta la velocidad necesaria para atravesar el cemento reforzado.

Suelta la bomba desde una altitud entre 150 y 500 m y a una velocidad de entre 550 y 1100 Km./h.

Bomba incendiaria ZAB-500

La ZAB-500 es una bomba incendiaria de 500 Kg. (ZAB significa Bomba Incendiaria para Aviación en ruso) usada contra personal enemigo, industrias, estaciones ferroviarias, etc. Su contenido es una mezcla combustible basada en productos petroquímicos con un alto grado de viscosidad. Para extender esta mezcla viscosa y encenderla, la bomba usa una carga explosiva y un cartucho de ignición.

Bomba de racimo RBK-500

Las bombas de racimo actuales son contenedores de paredes delgadas con pequeñas bombetas de fragmentación, antitanque, incendiarias y penetradoras. Cada bombeta puede pesar hasta 25 Kg. Al lanzar la RBK-500 (RBK significa Contenedor de Bombas Desechable) se arma un detonador de proximidad que detona en un tiempo y altura determinados. El contenedor se abre en dos partes y despliega una densa nube de bombetas. El área cubierta depende de la velocidad y altura a la que se parte el contenedor. A diferencia de una bomba convencional, ésta destruye objetivos en un área amplia. Se lanza a baja altitud para conseguir el máximo efecto.

Bomba de racimo KMGU

Las bombetas pueden lanzarse también desde un contenedor multipropósito no desechable montado en una aeronave (la designación rusa KMGU significa Contendor Unificado para Cargas Pequeñas) compuesto de hasta 4 departamentos. El piloto puede dispensar submunición desde dos compartimentos a la vez o todos simultáneamente. La submunición debe dispensarse en vuelo nivelado a baja altitud (50 - 150 m) y a velocidades de entre 500 - 900 Km./h.

7.2.2 Bombas guiadas

Las bombas guiadas son las más efectivas y perfectas armas aire-tierra, combinando alta eficiencia en la destrucción del objetivo con un coste relativamente bajo. Este tipo de arma es efectivo contra objetivos de tierra fijos

(puentes ferroviarios, fortificaciones, comunicaciones, cruces) y están equipadas con cabezas de guerra de alto explosivo o de penetración de blindaje.

A similitud de los misiles aire-tierra, las bombas guiadas usan TV, IR y designación láser de los objetivos. Como en los misiles, el clima y la humedad degradan la capacidad para designar los objetivos.

Bomba guiada KAB-500KR/L TV/IR

La bomba explosiva guiada KAB-500 (KAB significa Bomba de Aviación Controlada en ruso) emplea guía TV o IR. La bomba guiada por televisión KAB-500KR se usa normalmente de día y en condiciones de buena visibilidad. Mientras que la bomba guiada por Infrarrojos KAB-500L es usada principalmente de noche y contra objetivos camuflados. La cabeza de guerra puede ser de carga hueca o explosiva. El buscador de TV incluye una cámara de TV, un microprocesador y una unidad generadora de energía. El campo de visión angular del buscador de TV es igual a 2-3º. Después de blocar un objetivo y lanzarla, la bomba se vuelve completamente autónoma.

Para corregir su trayectoria, la bomba usa superficies de control que aseguran una precisión de aproximadamente 3-4 m.

La KAB-500 se lanza usualmente usando la técnica de bombardeo con un suave descenso. Típicamente, el piloto lanza la bomba a velocidades de entre 550-1100 Km./h y a altitudes comprendidas entre 500 - 5000 m.

Bomba guiada por láser KAB-1500L

Los aviones de primera línea y de largo alcance a menudo llevan la poderosa bomba guiada por láser KAB-1500L. Es efectiva contra objetivos altamente blindados, instalaciones fortificadas, bunkers de almacenamiento nuclear, centros de mando, etc. La KAB-1500L emplea guía semiactiva láser con una precisión en el impacto de 1-2 m. La bomba está equipada con una cabeza de guerra penetradora (capaz de perforar hasta 2 metros de cemento) o una cabeza de guerra explosiva (capaz de crear un cráter de más de 20 m de diámetro). El piloto puede emplear la bomba a altitudes desde 500 hasta 5000 m volando a velocidades comprendidas entre 550 y 1100 Km./h.

La siguiente tabla contiene las especificaciones de algunas de las bombas más populares:

Tipo	Avión	Peso (Kg.)	Carga explosiva (Kg.)	Tipo de carga
FAB-250	Su33 (12)	250	230	Explosiva
OFAB-250	Su24 (18)			Exp-Frag
PB-250	Su25 (10)			Exp-Frag
	MiG27 (8)			
	MiG29 (8)			
	Tu-95 (60)			
FAB-500	Su33 (6)	500	450	Explosiva
	Su24 (8)			
	Su25 (8)			
	MiG27 (4)			
	MiG29 (4)			
	Tu95 (30)			
FAB-1500	MiG27 (2)	1400	1200	Explosiva
	Tu95 (18)			
BetAB-500ShP	MiG27 (2)	425	350	Antipista
ZAB-500	Su33 (6)	500	480	Incendiaria
	Su24 (7)			
	Su-25 (8)			
	MiG27 (4)			
	MiG29 (4)			
RBK-500	Su33 (6)	380	290	Racimo
	Su24 (8)			

	Su-25 (8) MiG27 (4) MiG29 (4)			
KAB-500	Su33 (6) Su24 (4) Su-25 (8) MiG27 (2)	560	380	Carga hueca o explosiva
KAB-1500L	Su24 (2) MiG27 (1)	1500	1100	Explosiva
KAB-1500KR	Su33			

7.2.3 Cohetes no guiados

A pesar de la existencia de armas de alta precisión, los cohetes no guiados permanecen como una poderosa y flexible arma aire-tierra, combinando alta eficiencia en combate y simplicidad de uso con un bajo coste. Un cohete no guiado tiene un diseño relativamente simple y consiste en un detonador y una cabeza de guerra, seguidos por el cuerpo del cohete con un motor de combustible sólido y estabilizadores. Usualmente son emplazados en contenedores de cohetes especiales.

El motor del cohete empieza a operar en el momento del lanzamiento. Debido a la propulsión proporcionada por el cohete, que usualmente opera de 0,7 a 11 segundos dependiendo del tipo de cohete, acelera hasta 2100-2800 Km./h. Una vez que el motor se ha extinguido, el cohete va perdiendo gradualmente velocidad debido a la resistencia del aire. De la misma manera que un proyectil, los cohetes no guiados siguen una trayectoria balística. Para conseguir un vuelo estable, los cohetes tienen estabilizadores en la cola. Sirven para alinear el eje longitudinal del cohete con su vector de velocidad. Como los cohetes son transportados en contenedores, las aletas estabilizadoras se mantienen plegadas en los tubos de lanzamiento de los contenedores. Cuando el piloto lanza el cohete estas se despliegan hasta un posición fija.

Algunos tipos de cohetes se estabilizan rotando sobre su eje longitudinal. Para ello usan un estabilizador de un perfil especial (en los calibres pequeños) o boquillas especiales en los tubos de lanzamiento. La velocidad de rotación va desde 450 rpm hasta 1500 rpm y se desarrolla en un corto intervalo después del lanzamiento.

Dependiendo de la tarea de combate, el piloto puede usar cohetes de diferentes calibres (desde 57 mm hasta 370 mm de diámetro), equipados con detonadores y cabezas de guerra del tipo apropiado. Un detonador puede actuar con el impacto con el objetivo, como por ejemplo en el caso de una cabeza de guerra de carga hueca, o a cierta distancia de la plataforma de lanzamiento, como en el caso de una bengala de guerra.

La precisión en el impacto depende del rango efectivo, que a su vez depende del tipo de cohete.

Como el cohete vuela sin ningún tipo de guía, su precisión disminuye cuanto más lejos está el objetivo.

Cada tipo de cohete tiene una posible zona de lanzamiento específica limitada por el rango efectivo de lanzamiento y el rango de seguridad. El rango de seguridad depende del tipo de cabeza de guerra y el peso y debe proteger a la plataforma de lanzamiento de cualquier daño producido por los restos de la explosión de la cabeza de guerra.

Por regla general se usan a velocidades entre 600 y 1000 Km./h con un ángulo de descenso de 10-30º.

El piloto deberá alinear el caza con el objetivo. Antes de que el aparato entre en la envolvente de lanzamiento del cohete, el piloto tiene que colocar la retícula de puntería sobre el objetivo y una vez dentro del rango, lanzar el cohete.

Cohete S-8

El S-8 es un cohete no guiado de calibre medio (80 mm de diámetro) emplazado en un contendor lanzacohetes de 20 tubos. Tiene un rango efectivo de 2000 m. El margen de error está en torno al 0.3% del rango de lanzamiento; los cohetes lanzados a 2000 m impactan en un circulo de 6 m de diámetro. Portando una carga de fragmentación es efectivo contra objetivos blandos. También hay disponibles cabezas de guerra de penetración (capaz de penetrar 0,8 m de cemento reforzado).

Cohete S-13

El S-13 es un cohete no guiado de 132 mm y colocado en un soporte B-13 de 5 tubos. Es muy efectivo contra instalaciones fortificadas o reforzadas (emplazamientos fijos, bunkers, hangares reforzados y carreteras). Estos cohetes no guiados pueden ser equipados con cabezas detonadoras de todo tipo. La cabeza detonadora de perforación puede penetrar 3 metros de profundidad en el

suelo o 1 metro en instalaciones reforzadas. El S-13 tiene un rango de efectividad de 3.000 metros.

La variante S-13T lleva una cabeza detonadora de doble carga de penetración, las cuales detonan dentro del objetivo después de la cobertura de protección (hasta 6 m de profundidad sobre suelo o 2 m en instalaciones reforzadas). Cuando el cohete impacta contra una carretera, los daños tienen un área de 20 m^2. La cabeza detonadora de fragmentación de la versión S-13OF incorpora 450 fragmentos pesados de 25-35 gramos y es muy efectiva sobre vehículos blindados ligeros.

Cohete S-24

El S-24 es un cohete no guiado de gran calibre (240 mm) que lleva incorporado un potente motor de combustible sólido. El motor trabaja durante 1,1 segundos, acelerando el cohete y proporcionándole una estabilización de giro. El cohete S-24 puede ser equipado una cabeza detonadora de fragmentación que contiene 23,5 kilos de potente explosivo. El cuerpo de la cabeza es perforador y ofrece una inducción especial fuerte para una fragmentación más uniforme. Después de la detonación el cuerpo se rompe en 4.000 fragmentos, teniendo un radio de efectividad de 300-400 metros.

El cohete es normalmente fijado con una espoleta de proximidad, haciéndolo detonar a unos 30 metros de altura sobre el objetivo. Para destruir objetivos blindados, el S-24 incorpora una espoleta retardada. La cabeza penetra en el interior de la cubierta blindada del objetivo y detona dentro.

Cohete S-25

El S-25 es un cohete pesado almacenado en un contenedor consumible. Dentro de este contenedor, los cuatro estabilizadores del cohete se doblan y le proporcionan estabilización de giro en elevación.

Hay muchas versiones del cohete S-25 en servicio con gran variedad de cabezas detonadoras, efectivas para diferentes tipos de objetivos. EL S-25-O, está equipado con una cabeza detonadora de fragmentación y una espoleta de proximidad por radio, es muy efectivo contra personas, transportes, aviones de carga y otros objetivos ligeros. El S-25-OF, con una cabeza detonadora de fragmentación puede destruir vehículos blindados ligeros, edificios y personas. El S-25-OFM ha sido modernizado y equipado con una cabeza detonadora de penetración consolidada que es especialmente efectiva contra instalaciones reforzadas y almacenes, refugios y otros objetivos protegidos. El S-25 tiene un rango efectivo de 2.000 metros con un margen de error sobre el 0,3 % de rango de

carga (cohetes disparados sobre un máximo de 2.000 metros impactarán dentro de unos 6 metros de diámetro).

La tabla contiene la especificación para los varios tipos de cohetes no guiados:

Tipo	Avión	Alcance (Km.)	Peso (Kg.)	Tipo de carga
S-8B	Su33 (120) Su24 (120 Su25 (160) MiG27 (80) MiG29 (80)	22	15,2	Penetrante
S-13OF S-13T	Su33 (30) Su24 (30) Su25 (40) MiG27 (20) MiG29 (20)	25	68 67	Fragmentación Penetrante
S-24B	MiG27 (4) MiG29 (4) Su24 (4) Su25 (8)	2	235	Fragmentación
S-25OF	Su24 (6) Su33 (6)	3	380	Fragmentación
S-25OFM	Su24 (6) Su33 (6)	3	480	Penetrante

7.2.4 Cañón

El cañón está colocado en la raíz del ala de estribor y es usado normalmente en conjunción con el telémetro láser. El cañón es extremadamente efectivo; tiene una cadencia de tiro de 1.500 proyectiles por minuto, con una carga de 150 ráfagas. El contenedor de munición del GSh-301 tiene 2.000 proyectiles, equivalente a 80 segundos de fuego con una cadencia de 1.500 ppm.

Durante un ataque a objetivos terrestres, el cañón y los cohetes no guiados se emplean con eficacia de la misma manera. Las principales diferencias son el máximo rango de efectividad y el mínimo (dictado por seguridad de fuego) siendo para el GSh-301 son de 1.800 y 700 metros, respectivamente.

El combate aéreo es una tarea complicada; los pilotos militares reciben años de entrenamiento y práctica antes de que se les mande a volar para sus países. La simulación de combate aéreo no es tan complicada, pero un conocimiento a fondo de los principios básicos de vuelo y de combate son necesarios para asegurar la victoria.

8.0.1 Velocidad indicada y velocidad verdadera

Todas las velocidades del aire no son iguales. La densidad del aire a bajas altitudes incrementa tanto la sustentación generada por las alas como la resistencia del avión al movimiento. El aire menos denso a altas altitudes reduce la cantidad de sustentación que pueden producir las alas, pero permite al avión moverse con mayor facilidad. Como consecuencia, un avión que se mueve a 350 nudos tiene diferentes rendimientos y características de vuelo a nivel del mar que a 40.000 pies. Por lo tanto, la velocidad verdadera (TAS) es la velocidad corregida por el error de densidad.

La mayoría de los aviones modernos ajustan la velocidad del aire que sale en pantalla teniendo en cuenta la altitud. Esta velocidad indicada (IAS) muestra en pantalla la velocidad del aire que proporcionaría el rendimiento equivalente a nivel del mar. Por ejemplo, un avión volando a 350 nudos IAS a 5.000 pies tiene el mismo rendimiento que volando a 350 nudos IAS a 45.000 pies; sin embargo, su TAS es en realidad notablemente más rápida a una altitud mayor. Mostrar la IAS reduce el trabajo del piloto, minimizando la cantidad de datos sobre el rendimiento de vuelo que deben ser memorizados.

Algunos indicadores de velocidad muestran la velocidad TAS, mientras que otros muestran la IAS. Comprueba el tipo de lectura que hace tu indicador antes de despegar.

8.0.2 Vector velocidad

El vector velocidad es un indicador extremadamente importante que se visualiza en los HUD de la mayoría de los aviones de combate. El vector velocidad muestra hacia dónde lo está llevando realmente el momento del avión. Por ejemplo, en cualquier momento en el que cambias el rumbo, el momento del avión mantiene su movimiento en la dirección original hasta que el empuje de los motores supera

el momento y se establece un nuevo rumbo. Aviones como el MiG-29 y el Su-27 son famosos por sus grandes AOA (ángulos de ataque), en cuyo caso el morro del avión está apuntando en una dirección, mientras que el avión está moviéndose realmente en una dirección diferente. En este caso, el vector velocidad indica donde está dirigiéndose el avión realmente.

El vector de velocidad es muy útil durante los aterrizajes. Si el vector de velocidad se queda corto no llegarás a la pista para tomar tierra.

8.0.3 Indicador de ángulo de ataque

Cuando el vector velocidad no está alineado con el rumbo del avión, el ángulo existente entre el flujo de aire y la dirección en la que el avión está apuntando se llama ángulo de ataque (AOA). Cuando el piloto mueve el avión (ya sea en un viraje cerrado o iniciando un ascenso), el AOA aumenta. En vuelo nivelado, reducir el empuje aumenta el AOA por regla general, porque al reducir el empuje también se reduce la sustentación. El avión empieza a descender mientras el morro se mantiene nivelado.

El AOA y la velocidad del aire modifican la cantidad de sustentación (carga G) generada por las alas. Normalmente, si el viento está en calma, después de incrementar el AOA, aumentará la cantidad de sustentación que se está generando. De forma parecida, aumentando la velocidad con un AOA constante también se aumenta la sustentación. Desafortunadamente esto también aumenta la resistencia generada por el viento, por lo que provoca que el avión vaya más lento. Reducir la velocidad posteriormente, reduce la sustentación y la resistencia, permitiendo al avión acelerar de nuevo.

Una pérdida de sustentación puede ocurrir a cualquier altitud, velocidad o actitud de vuelo.

El aumento del AOA provocará que en algún momento se interrumpa el flujo de aire sobre el ala. Esto se llama entrada en pérdida del avión. Durante una entrada en pérdida, el flujo de aire se reduce bruscamente sobre el ala, disminuyendo la cantidad de sustentación generada.

Una entrada en pérdida puede ocurrir a cualquier altitud, velocidad o situación de vuelo simplemente por incrementar el ángulo de ataque demasiado. Una entrada

en pérdida puede tener consecuencias desastrosas durante un dogfight, tal y como se explica en el apartado “Sustentación, ritmo de giro, y radio de giro”. Aprende a no entrar en pérdida durante un dogfight.

Si el avión se desliza durante una entrada en pérdida, dejará de ser controlable.

En la mayoría de los casos, esta pérdida de control produce una entrada en barrena, pero algunos aviones tienen tendencia a entrar en otros tipos de sacudidas, cabeceos y caídas.

Durante una pérdida de control el piloto no tiene ningún control sobre el avión y por lo tanto debe centrarse en recuperar el vuelo. Para salir de una barrena reduce los gases y aplica timón en la dirección opuesta a la barrena. En la mayoría de los casos, mover el mando de vuelo hacia delante también ayuda. Mantén estas acciones en vuelo hasta que el avión salga de la barrena y responda a las indicaciones de control. Es normal perder varios miles de pies de altitud durante una barrena.

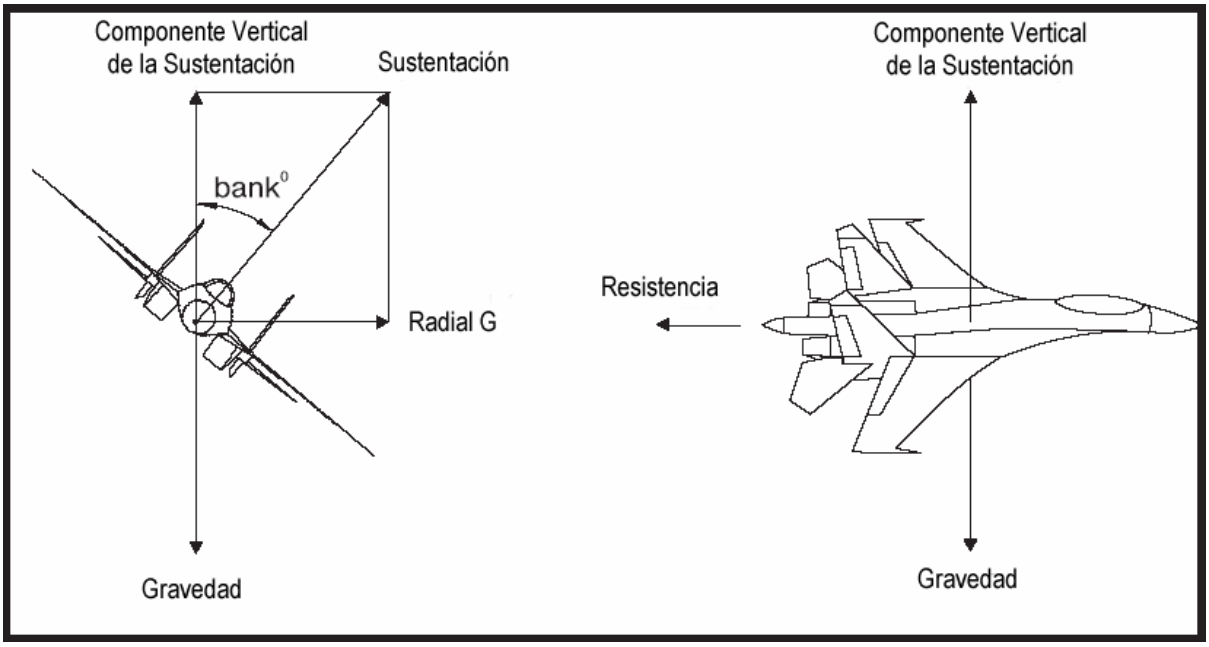
Para salir de una barrena, reduce potencia, aplica timón al lado contrario del giro de la barrena y mueve el joystick en la dirección de la barrena. Mantén los controles en esta posición hasta que salgas de la barrena, y reza lo que sepas.

8.0.4 Sustentación, ritmo de giro, y radio de giro

El vector sustentación (la dirección de la carga g generada por las alas) es perpendicular a las alas. Mientras que la sustentación iguale a la gravedad, el avión mantiene una altitud constante.

Virar el avión reduce la cantidad de sustentación que se opone a la gravedad (componente vertical de la sustentación).

El rendimiento del avión es generalmente descrito en términos de ritmo de giro y radio de giro, ambos de los cuales son dependientes de la velocidad del avión y de la cantidad de sustentación, o de la carga g que está siendo producida. El ritmo de giro mide la velocidad con la cual el morro se está moviendo a lo largo del círculo descrito por el avión, usualmente medido en grados por segundo. Un ritmo de giro elevado significa que el avión podría completar un giro de 360º muy rápidamente. El radio de giro, como el nombre indica, mide el tamaño del giro del avión. El caza ideal juntaría un radio de giro pequeño con un elevado ritmo de giro.



8.0.5 Velocidad óptima de giro

Aumentar la carga g mejora tanto el ritmo de giro como el radio de giro. Aumentar la velocidad disminuye el ritmo de giro así como el radio de giro. Sin embargo recuerda de lo que se dijo sobre el AOA, que al incrementar la velocidad también incrementa la carga g, conduciendo esto a una situación crítica. El truco es mantener la velocidad apropiada que maximice el rendimiento de giro, esto es lo que se llama velocidad óptima de giro.

La velocidad de esquina permite la mejor relación entre la velocidad de giro y el radio de giro.

La velocidad óptima de giro produce la combinación del mayor ritmo de giro con el círculo de giro más pequeño. Quizás no sea necesariamente el mejor ritmo de giro o el mejor radio de giro, más bien es el punto donde los dos parámetros tienen buenos valores. La velocidad óptima de giro varía según el tipo de avión, la altitud y la resistencia de las cargas externas, pero normalmente oscila entre los 300 y 400 nudos.

Intenta mantener la velocidad de esquina durante los dogfights. Estar por encima o por debajo de ella da ventaja al enemigo.

8.0.6 Rendimiento de giro sostenido vs. Instantáneo

El rendimiento de giro instantáneo es el mejor rendimiento de giro que es capaz de producir el avión, generalmente a la menor velocidad que produce la máxima carga g. Sin embargo sólo dura un breve instante dado que a altas cargas g se genera una resistencia importante que frena al avión, reduciendo la carga g disponible.

Los giros bruscos no te favorecen, degradan el rendimiento del giro.

El rendimiento de giro sostenido se refiere al rendimiento estable del avión donde el empuje de los motores alcanza el equilibrio con la resistencia. El rendimiento de giro sostenido estará muy por debajo del rendimiento instantáneo, pero dura mucho más.

Teóricamente, el avión podría mantener este ritmo de giro y radio hasta que se acabe el combustible.

8.0.7 Gestión de energía

La clave del dogfight se encuentra en la gestión de energía. La energía tiene dos formas: energía cinética (debida a la velocidad) y energía potencial (debida a la altura). Como se describió arriba, se necesita velocidad para producir sustentación, y la sustentación es necesaria para incrementar el rendimiento de giro. Los motores tienen un empuje limitado y el aumento de resistencia reduce la velocidad del avión aún más. El objetivo de la gestión de energía es, por lo tanto, asegurar que uno pueda alcanzar la velocidad óptima de giro en cualquier momento del dogfight.

Los giros muy bruscos gastan mucha energía.

Prueba a pensar de la energía como el dinero que el avión usa para comprar maniobras. Como en el dinero, la energía normalmente es escasa. Se requiere una cuidadosa gestión para asegurar que hay suficiente energía disponible para "comprar" la maniobra necesitada. Gastar demasiada energía innecesariamente

en giros bruscos desperdicia la energía disponible. Como el dinero real, una vez que lo has gastado, gastado está. Velocidad, o energía cinética, equivale al dinero en metálico que se puede usar instantáneamente para producir sustentación y "comprar" maniobras. Altitud, o energía potencial, equivale a una cuenta de ahorro que rápidamente se puede convertir en metálico al descender, el avión rápidamente convierte la altitud en velocidad.

Malgasta energía y te quedarás sin velocidad, sin altitud y sin ideas.

Gestionar la energía requiere una atención cuidadosa de las maniobras de vuelo. No hagas giros de altas g innecesarios. No malgastes altitud con descensos innecesarios. Durante un dogfight, intenta mantener la velocidad óptima de giro. Si la velocidad cae demasiado, descarga el avión. Descargar significa simplemente relajar la presión sobre el mando de control, que reduce el AOA, el cual posteriormente reduce la carga g, la resistencia y por lo tanto ayuda a que los motores del avión mantengan la velocidad deseada.

Descargar el avión reduciendo su carga G ayuda a ganar velocidad.

ESCUELA FUNDAMENTAL DE VUELO

El combate aéreo cuenta muy poco del tiempo total de vuelo del piloto. Despegar, navegar al objetivo, navegar de regreso a casa y aterrizar ocupan la mayor parte del vuelo del piloto.

Si no puedes encontrar el camino hacia el enemigo o el camino a casa, tu carrera como piloto será muy corta.

9.0.1 Navegación con el HSI

Los aviones de combate modernos proporcionan excelentes marcas y señales de navegación en el HUD. Pero, ¿qué ocurre si el HUD es dañado? El indicador de situación horizontal (HSI) muestra una solución de seguridad. HSI rusos y estadounidenses difieren algo, pero ambos contienen la misma información básica:

- Un indicador al siguiente punto de paso.
- La distancia al siguiente punto de paso.
- El rumbo actual del avión.
- El HSI estadounidense incluye una aguja de desviación de la ruta de vuelo, la cual muestra la desviación de la ruta de vuelo deseada.
- Los HSI rusos incluyen agujas ILS en el centro.
- Los HSI rusos incluyen una aguja ancha que apunta a la ruta de vuelo deseada.

El indicador al siguiente punto de paso marca la ruta directa desde la posición actual del avión al punto de paso. Sin embargo, la ruta programada quizás esté hecha así para evitar tropas enemigas, baterías SAM o AAA. En ese caso, es mejor usar los indicadores de ruta de desvío para encontrar la ruta de vuelo deseada y después usar la aguja del punto de paso para proceder al siguiente.

9.0.2 Aterrizajes

Los aterrizajes distinguen los buenos pilotos de los mediocres, y son una parte crítica del vuelo.

El secreto de un buen aterrizaje es una buena aproximación.

Durante los aterrizajes vuela a un AOA constante hasta sacar flaps justo antes de tocar tierra. El indicador de AOA, situado cerca del HUD, proporciona una indicación gráfica del AOA adecuado. Si se ilumina la luz de arriba, el avión va demasiado lento o el AOA es demasiado grande. Si se ilumina la luz de abajo, el avión va demasiado rápido o el AOA es demasiado bajo. La luz intermedia indica el AOA de aproximación apropiado.

Mueve los controles tan suavemente como puedas.

Durante los aterrizajes, el procedimiento apropiado "invierte" los controles. La palanca de gases, normalmente usada para controlar velocidad, se usa ahora para controlar altitud. De la misma manera, la palanca de control normalmente usada para cambiar altitud, se usa para controlar velocidad. Volando en aproximación, primero establece el AOA apropiado. Después, si el avión acelera demasiado, empuja hacia atrás la palanca y aumenta el ángulo de cabeceo. Esto disminuye la velocidad y ralentiza el avión. Si el avión disminuye su velocidad, baja un poco el morro para aumentarla. Por otra parte, si la altitud desciende demasiado rápido, aumenta gases. Si la altitud aumenta, reduce gases.

Alternativamente, algunos pilotos siguen el lema "punto final, velocidad". En otras palabras, usan el vector velocidad o la marca visual, apuntando el avión hasta que éste está en rumbo hacia el final de la pista (el punto final). Después, ajustan la velocidad a la velocidad adecuada para el aterrizaje. Por lo que manteniendo ambos parámetros, el avión seguirá una aproximación adecuada.

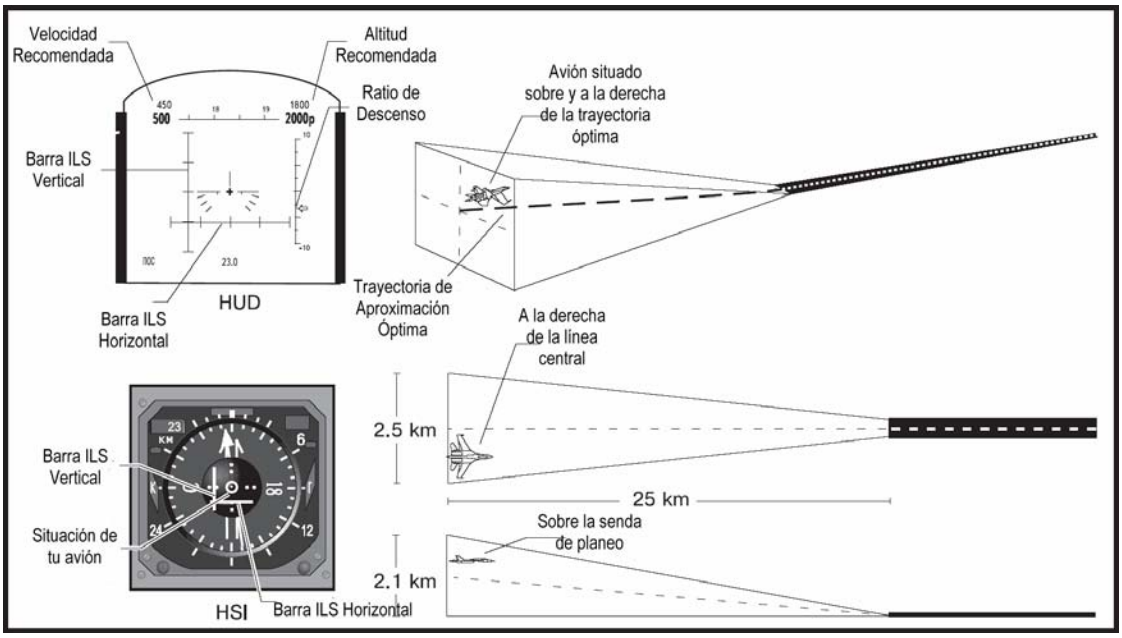
Siempre usa la velocidad adecuada para mantener el AOA correcto durante la aproximación final. La siguiente tabla proporciona una estimación de la velocidad necesaria para aviones vacíos:

Avión (limpio)	Velocidad de aproximación final	Velocidad del aterrizaje (toque con el suelo)
Su-25	280 Km./h	210 Km./h
Su-27	300 Km./h	250 Km./h
MiG-29A	280 Km./h	235 Km./h
F-15 C	125 Knots	115 Knots
A-10	120 Knots	110 Knots

Si los flaps no están disponibles, incrementa la velocidad 10 nudos o 15 Km./h. Si todavía llevas una carga considerable de combustible, incrementa la velocidad tanto como sea necesario para mantener el AOA.

Cuando el avión toque tierra alinea siempre la rueda del morro con el centro de la pista. Como dice el dicho, "La línea del centro es para los pilotos, el resto de la pista es para los pasajeros".

9.0.3 Sistema de aterrizaje instrumental (ILS)



Tanto los aviones rusos como los estadounidenses usan el mismo Sistema de Aterrizaje Instrumental (ILS). El ILS usa dos agujas para guiar el descenso del avión con la trayectoria de aproximación adecuada, llamada senda de descenso. La

barra horizontal de desvío de la senda de descenso muestra la altitud deseada. La barra vertical de desvío muestra el rumbo deseado. Cuando las agujas están centradas, el avión esta volando la senda correcta. Si el avión se desvía del rumbo, las agujas se desvían hacia fuera. Siempre vuela hacia las agujas; si la barra localizadora se desliza a la derecha, gira a la derecha. Si la barra de la senda baja, desciende.

9.0.4 Aterrizajes con viento cruzado

Los aterrizajes con viento cruzado son ligeramente más complicados, ya que el viento tiende a empujar al avión fuera de la pista. Vira ligeramente hacia la dirección del viento, compensando la fuerza del mismo. Con esto te dirigirás hacia la pista a pesar de tener el morro apuntando fuera de ella. Cuando vayas a tomar tierra endereza el morro del avión. Otra opción es aplicar el timón en la dirección en la que viene el viento. La mayoría de los pilotos prefieren esta técnica porque es la más fácil de emplear, sin embargo, en situaciones de fuerte viento, el timón puede que no de más de sí.

> Evita los aterrizajes con viento cruzado si la velocidad del mismo es mayor de 30 nudos.

PRINCIPIOS BÁSICOS DEL COMBATE AEREO

10.1 VISIÓN GENERAL DE TÁCTICAS Y ESTRATEGIAS

La tecnología moderna ha revolucionado totalmente el campo de batalla en menos de un siglo. Los aviones en particular, han pasado de ser poco más que cometas con motor hasta convertirse en modernos cazas de combate en muy pocas décadas. Los fabricantes de material militar y los militares suelen referirse siempre a las ventajas y la potencia de sus vehículos, pero en público, rara vez hablan de sus defectos. En consecuencia, la mayoría de la población cree más capaces a los cazas (y a otros elementos del campo de batalla) de lo que son en realidad.

La principal razón por la cual los pilotos de simuladores de combate son abatidos es por una inadecuada utilización de sus aviones. Hay que tener en cuenta que las defensas tierra-aire y los aviones enemigos han conseguido los mismos avances tecnológicos. Es cierto que los aviones de hoy en día son mucho más potentes que sus antecesores de la 2ªGM, pero al mismo tiempo, los disparos del enemigo son mucho más precisos, potentes y de mayor alcance. Dicho de otro modo, el campo de batalla es un sitio mucho más peligroso hoy que en cualquier otro momento del pasado.

10.2 COMPRENSIÓN DE LAS DEFENSAS ENEMIGAS

Las defensas aéreas enemigas, tanto los misiles tierra-aire (SAMs) como la artillería antiaérea (AAA), son una parte integral del moderno campo de batalla. Las redes enlazadas de defensa permiten que ubicaciones defensivas en partes muy alejadas del campo de batalla puedan estar comunicadas y compartir información. Los pilotos deben tener un profundo conocimiento (y mucho respeto) de estos sistemas, o se encontrarán colgados de un paracaídas cada dos por tres.

10.2.1 Artillería antiaérea

En general, la artillería antiaérea es efectiva contra los blancos que vuelan a baja cota y sirve para proteger a las tropas de los aviones enemigos. Muchos ejércitos tienen sistemas AAA móviles y con varios cañones, que llevan un radar y un sistema de control de tiro que les permiten funcionar con eficacia sea cual sea la

situación meteorológica. A diferencia de las fuerzas terrestres, la artillería antiaérea a bordo de navíos suele tener múltiples funciones y disparar contra blancos aéreos suele ser tan sólo una de ellas.

Un proyectil antiaéreo suele contener una espoleta de impacto, que explota en el mismo momento del impacto con el blanco, y una espoleta temporizada que explota tras un tiempo de vuelo concreto. El blanco suele quedar destruido por los fragmentos producidos por la cabeza al explotar.

Los sistemas terrestres, tales como el ZSU-23-4 Shilka, emplean cañones múltiples, movilidad campo a través y una alta cadencia de tiro. Los sistemas AAA autopropulsados suelen tener un radar propio y contar con algún método alternativo de puntería, por ejemplo un buscador óptico o IR.

Para destruir blancos aéreos que vuelan a baja cota, los buques de guerra emplean cañones multitarea que también sirven para disparar contra barcos enemigos y defensas costeras. En general, la artillería naval suele utilizar cañones de entre 100 y 130 mm (de gran calibre), entre 57 y 76 mm (calibre medio) y de 20 a 40 mm (pequeño calibre). Todos los cañones tienen un alto grado de automatización de las funciones de puntería, carga y disparo. Los cañones automáticos de pequeño calibre (20-40 mm) son efectivos principalmente contra aviones que vuelan a baja cota y contra los misiles de crucero. Puesto que los misiles tierra-aire suelen tener un alcance mínimo considerable (dentro del cual no pueden alcanzar ningún blanco), la AAA naval se puede utilizar como un arma defensiva puntual de corto alcance. Disparando unos 1000 dpm (disparos por minuto) por cañón, estas armas crean una nube de metal casi impenetrable entre el buque y el blanco. Estos cañones de 30 mm tienen un alcance efectivo de 5.000 m. Sin embargo, el alcance es menos importante que el ritmo y la densidad de disparo.

10.2.2 SAMS

Los misiles tierra-aire (SAMs) son la base de casi todas las redes de defensa aérea, integrando cada sensor de búsqueda y seguimiento con cada unidad de la red. Los sistemas de defensa aérea portátiles llevados a hombros por la infantería (MANPADS) suelen cubrir los huecos que quedan.

Los principales elementos de un SAM (fuselaje, sistema de guía, cabeza y motor del cohete) son similares en diseño y función a los de los misiles aire-aire. Además, algunos SAMs utilizan aletas deflectoras de gases para aumentar su maniobrabilidad.

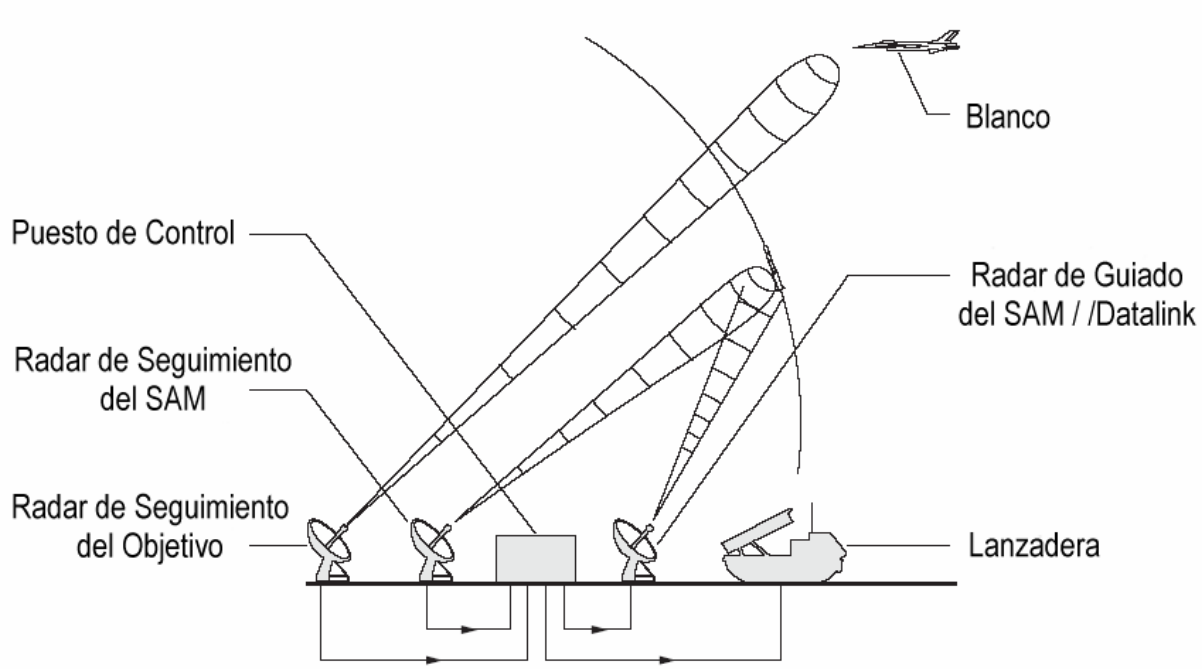
La trayectoria de vuelo de un SAM, además de la composición y el principio de operación del piloto automático, dependen del sistema de guiado utilizado. El

piloto automático sólo o con la ayuda de las instalaciones terrestres calcula continuamente las posiciones relativas del SAM y del blanco, y proporciona indicaciones a las superficies de control. El guiado de los SAM puede ser uno de los tipos siguientes: por órdenes, guiado, semiactivo de haz, búsqueda o una combinación de los anteriores.

Guiado por órdenes

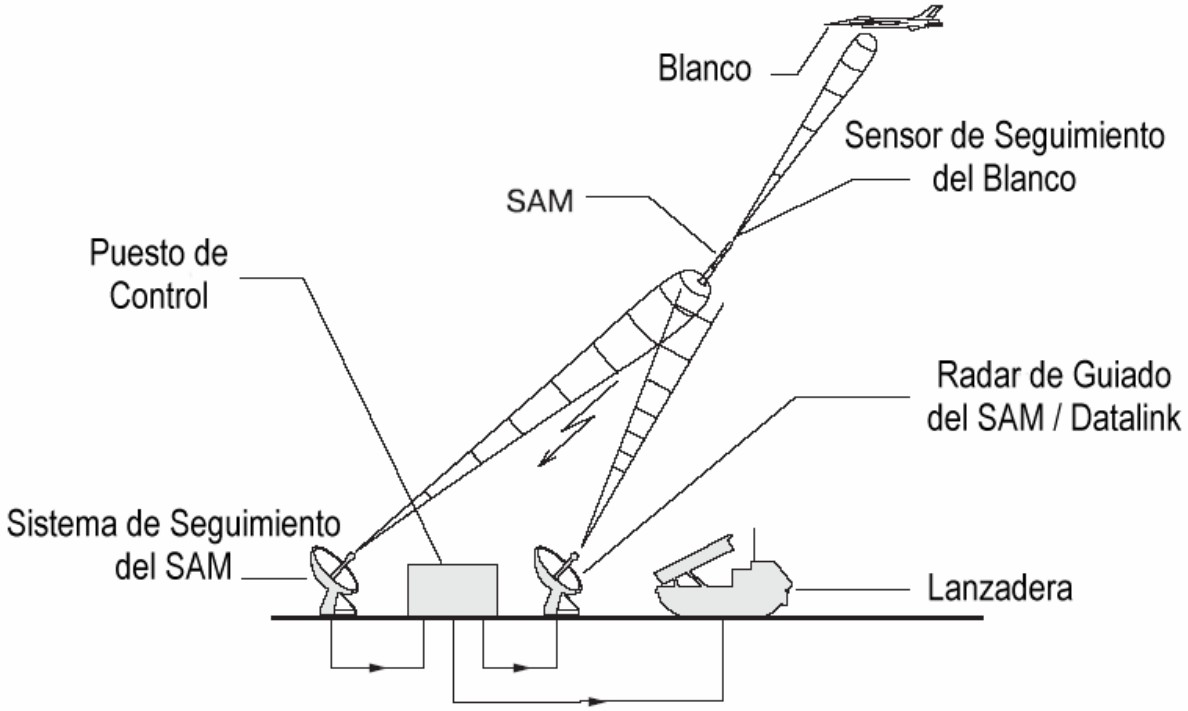
El guiado por órdenes se puede comparar con el clásico control remoto. Durante el vuelo del SAM, las posiciones tanto del blanco como del misil se controlan desde el suelo o desde el equipo de a bordo del misil.

Si el SAM se guía desde las instalaciones terrestres (ver dibujo), dichas instalaciones serán las responsables de detectar el blanco, medir sus coordenadas y las del SAM. Tras haber procesado las coordenadas, el puesto de control crea unas instrucciones de guiado codificadas y las transmite al misil por radio enlace de datos, que es susceptible de ser perturbado. Tras haber sido descodificadas por los equipos de a bordo del misil, las órdenes se envían al piloto automático. Este tipo de guiado se suele utilizar en sistemas SAM de corto o medio alcance (tales como SA-15 y SA-8), puesto que la precisión de guiado decrece con el aumento del alcance.



Si el SAM puede seguir al blanco por si mismo, mide y procesa los parámetros de movimiento del blanco y los envía al puesto de control por radio-enlace de datos. Las coordenadas del propio SAM se miden con un radar de seguimiento en tierra. Nuevamente, tras haber comparado las coordenadas del SAM y del blanco, el

puesto de control envía las órdenes de guiado al SAM. Los sistemas de largo alcance, tales como el S-300 (SA-10B "Grumble" para la OTAN) suelen tener este

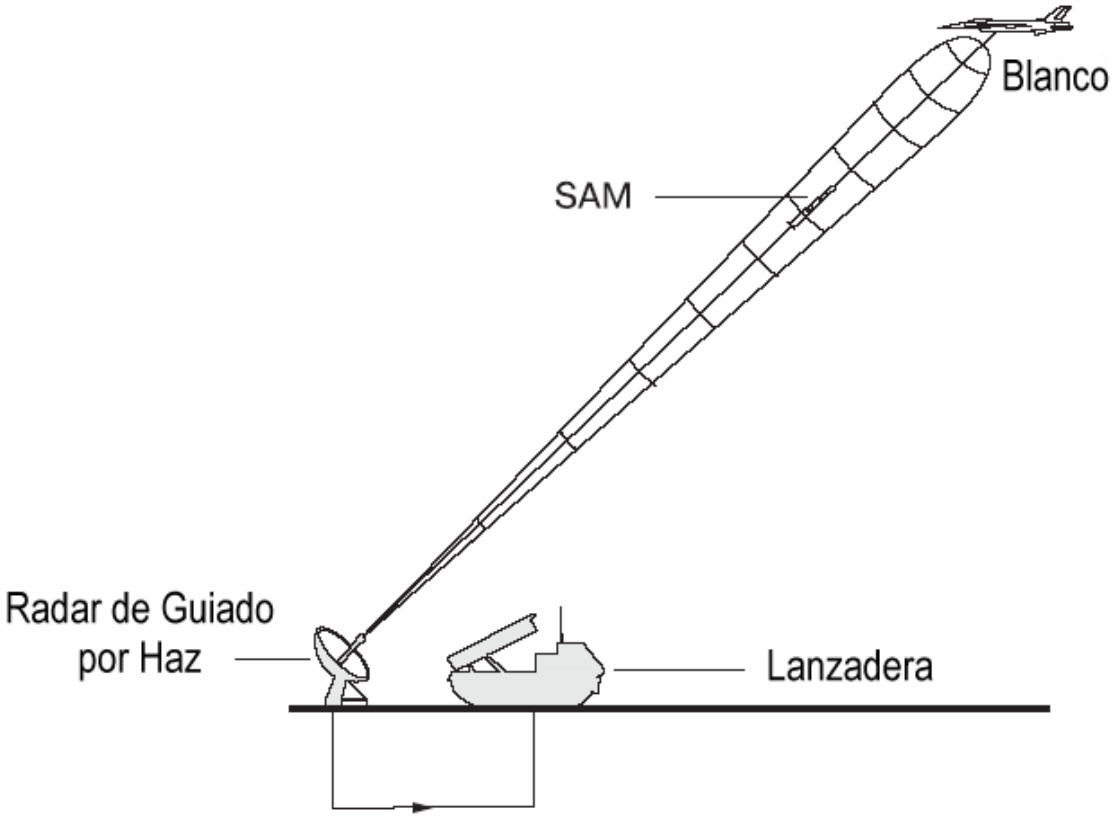


tipo de guiado por órdenes a mitad del recorrido.

Guiado por haz

El guiado semiactivo por haz es similar al guiado por órdenes a lo largo de la línea visual entre el blanco y el radar de seguimiento, salvo que el sistema de guiado de misiles por haz está diseñado para buscar y seguir automáticamente el centro del haz de guiado, y no necesita recibir correcciones desde la plataforma de lanzamiento. El haz de guiado lo emite un radar de seguimiento terrestre, que "resalta" el rumbo hacia el blanco. Al igual que los sistemas de guiado por órdenes, los sistemas de guiado por haz no se limitan a las horas diurnas y al buen tiempo.

Un problema que existe con los sistemas de guiado por haz, al igual que con los de órdenes, es que el SAM necesita ser muy maniobrable para poder interceptar a un blanco muy evasivo. Al acercarse al blanco, los misiles de guiado por haz suelen tener que cerrar sus giros continuamente para poder perseguir al blanco. La utilización de dos radares, uno para seguir al blanco y otro para el guiado y seguimiento del propio misil puede aliviar parcialmente este problema, al proporcionar una trayectoria más eficaz. El guiado por haz suele ser más preciso y reacciona más rápido que los sistemas de guiado por órdenes



Búsqueda

El tipo de guiado más eficaz contra blancos en evasión es la búsqueda. Aquí, el sistema de guiado de misiles recibe información sobre el blanco y produce órdenes de control por su cuenta. Por lo tanto, el centro de control no necesita guiar al SAM.

Para una búsqueda activa, el SAM ilumina el blanco y recibe las señales reflejadas por éste. En el caso de búsqueda semiactiva, la fuente de iluminación (el radar de seguimiento) está ubicado en el puesto de control, y el SAM recibe las señales reflejadas por el blanco. Los sistemas de búsqueda pasiva utilizan el calor o la luz emitidas por el blanco para estimar los parámetros de movimiento del objetivo.

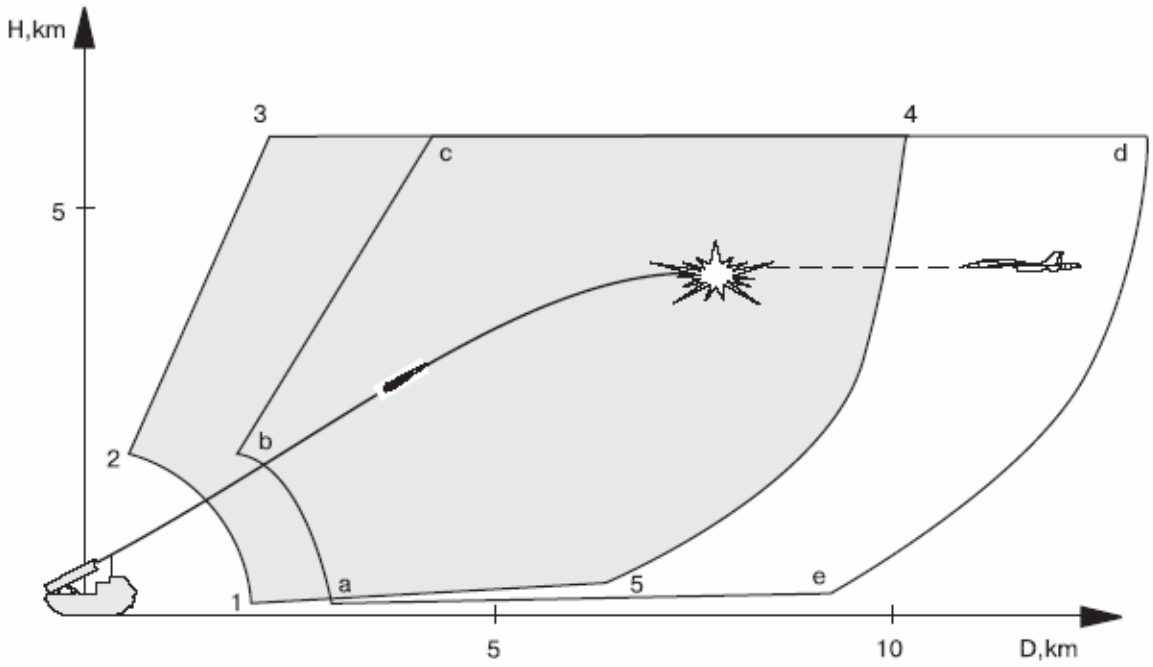
En general, los sistema de búsqueda operan de la siguiente manera: mientras el SAM está aún en la rampa de lanzamiento, su buscador fija el blanco seleccionado y miden los parámetros de movimiento del objetivo. Tras el lanzamiento, el buscador del SAM hace un seguimiento del blanco, estimando el error de seguimiento y emitiendo órdenes de control sin contacto con tierra.

Guiado combinado

Como indica su nombre, algunos misiles combinan métodos de guiado para mejorar su rendimiento. El sistema KUB (cubo) (SA-6 "Gainful" para la OTAN) es un ejemplo de sistema con guiado combinado. Este sistema utiliza un guiado de órdenes por radio al comienzo de su trayectoria y un guiado de búsqueda cuando se acerca al blanco. Esto le proporciona una gran precisión a grandes distancias.

10.4.3 Envolvente de combate de un SAM

Al igual que los misiles aire-aire, los SAM tienen unas envolventes de combate concretas. Disparar a los blancos cuando se encuentran en el centro de la envolvente aumenta las posibilidades de éxito. Al igual que los misiles aire-aire, la envolvente varía según la distancia al blanco, la altitud y el aspecto. En el diagrama de combate que aparece a continuación, la zona definida por los números 1, 2, 3, 4 y 5 representan la zona de efectividad del misil. Ten en cuenta que esta envolvente se desplaza si el blanco vuela hacia el lanzador, en la zona definida por a, b, c, d y e. En este caso, el misil debe dispararse a una distancia mayor puesto que el blanco volará parte del camino hacia el misil. Si el misil se dispara demasiado tarde (una vez el blanco haya cruzado la línea a, b y c), saldrá de la envolvente antes de que llegue el misil.



La ubicación de los límites superior y derecho de la envolvente depende principalmente de las capacidades energéticas del SAM y de la calidad de su sistema de seguimiento. El límite define la altitud y la distancia hasta el punto de

colisión, lo cual proporciona una eficacia de combate no menor de un umbral determinado. Puesto que la trayectoria del SAM depende de la velocidad del blanco, su altitud y su rumbo, la ubicación del límite de la envolvente se calcula para una velocidad concreta del blanco.

El alcance máximo efectivo del sistema de seguimiento depende de la huella de radar del blanco (es decir, la zona de reflejo efectivo) y su altitud, y varía considerablemente según el tamaño del blanco. Si en un caso concreto, el alcance de radar es menor que el del propio SAM, se reducirá la envolvente de combate. Los SAM se clasifican según su alcance como:

- De largo alcance (> 100 Km.).
- Medio alcance (20 a 100 Km.).
- Medio y corto alcance (10 a 20 Km.).
- Corto alcance (< 10 Km.).

La posición del límite inferior de la envolvente de combate depende de la habilidad del radar para detectar y seguir blancos que vuelan a baja cota, y de la habilidad del SAM para volar a baja cota sin estrellarse contra el terreno. Además, la espoleta de proximidad no debe explotar cerca del suelo al confundirlo con un blanco.

Las posibilidades de detectar un blanco que vuela a baja cota se ven limitadas por muchos factores, tales como la curvatura de la superficie terrestre, el reflejo de las ondas de radio en la superficie y el enmascaramiento del terreno. La curvatura de la tierra limita el alcance de la visión directa, que afecta a la operatividad de los SAMs de medio y largo alcance. Por ejemplo, si un radar está a ras de suelo, la bajada del horizonte de radio será de 20 m a 20 Km., y de 150 m a 50 Km. La bajada del horizonte de radio aumenta proporcionalmente al cuadrado de la distancia. Esto significa que será imposible detectar a un blanco que vuele a menos de 150 m de altitud cuanto se encuentra a más de 50 Km. de distancia. Bajar el haz del radar no sirve de nada ya que sólo crearía perturbaciones por reflejos en el terreno, lo cual reducirá aún más el alcance.

Además, a baja cota es relativamente difícil para el radar discriminar entre los reflejos de un blanco y los reflejos de objetos locales tales como torres, camiones pesados en movimiento, etc. La intensidad del reflejo de los objetos locales depende del material con el que estén hechos, su tamaño, su forma, la poca rugosidad de su superficie, etc. Por lo tanto, los reflejos de estos objetos dependen de las condiciones concretas de operación del radar. Estos reflejos pueden dar errores de medida de la posición angular y de la distancia hasta el blanco, lo cual afectará negativamente a la calidad del guiado hasta el punto en el que puede interrumpirse la captura del blanco.

Para apuntar un SAM hacia un punto concreto, la mayoría de los lanzadores de SAM están equipados con mecanismos horizontales (para ángulos de azimut) y verticales (para los ángulos de elevación). Dichos lanzadores de SAM se llaman lanzadores rotativos. Permiten lanzar el SAM en la dirección óptima y reducir por tanto los errores iniciales de vector y acercar los límites de la envolvente. Los modernos sistemas SAM también utilizan lanzadores verticales que permiten lanzamientos simultáneos multidireccionales.

10.5 LA RED DE DEFENSA

Las modernas fuerzas militares tienen sus radares de preaviso y de seguimiento enlazados en red. Esto permite que un radar de búsqueda o seguimiento comparta datos con todos los demás usuarios de la red. En consecuencia, el lanzador SAM puede no tener que utilizar su propio radar para transmitir, pudiendo depender para su guiado de radares que se encuentran en otros puntos de la red. Puede parecer que todos los puestos de radar enemigos están ubicados a varios kilómetros por delante de ti, pero puedes estar directamente encima de un lanzador enemigo.

El “parpadeo” mediante el cual diversos radares de la red se turnan para seguir el blanco y guiar al misil es una práctica muy común. Ninguno de los radares se queda encendido el tiempo suficiente como para que tus fuerzas contraataquen, y el rumbo de aviso de radar cambia constantemente en tu RWR. Cuando estás atrapado en una trampa SAM de este tipo tienes que localizar visualmente los misiles que vienen hacia ti, tomar las medidas evasivas pertinentes, según se describe más adelante en este mismo capítulo, y salir de allí lo más rápidamente posible.

10.6 MEDIDAS CONTRA LAS DEFENSAS AÉREAS ENEMIGAS

Penetrar con éxito la red de defensa aérea enemiga es complicado. Las siguientes sugerencias te ayudarán a conseguirlo, atacar el blanco enemigo y volver a casa sano y salvo.

10.6.1 Que no te disparen

Puede parecer evidente, pero la mejor manera de evitar que te alcance un misil es evitar que el enemigo llegue a lanzarlo. Los cazas modernos suelen ser representados como si fuese modernos caballeros medievales que recorren los cielos en busca de combate, pero en realidad son más como gatos. Habilidosos

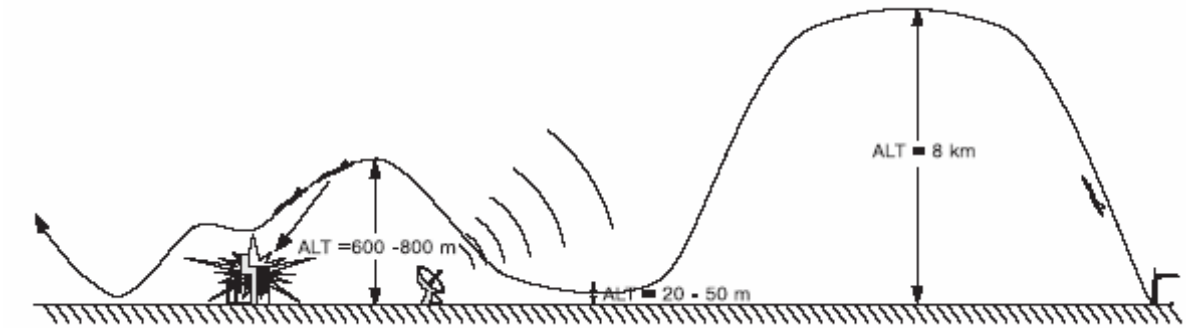
cazadores y poderosos asesinos, que intentan penetrar en silencio y sin ser vistos, mientras acechan a una presa que nada sospecha. Procura evitar las defensas aéreas enemigas siempre que sea posible. Si es posible, las rutas de vuelo deben dirigirse hacia puntos que se saben débiles o zonas que ya han sido objeto de duros ataques.

Además, no debes desviarte de la ruta de vuelo establecida. Habrá más aviones y fuerzas terrestres que estén trabajando para que tengas un pasillo libre. Si te sales de dicho pasillo y entras en una trampa SAM, el resultado suele ser mortal; éste es precisamente el fallo de la mayoría de los pilotos de simuladores.

10.6.2 Supresión de las defensas aéreas enemigas

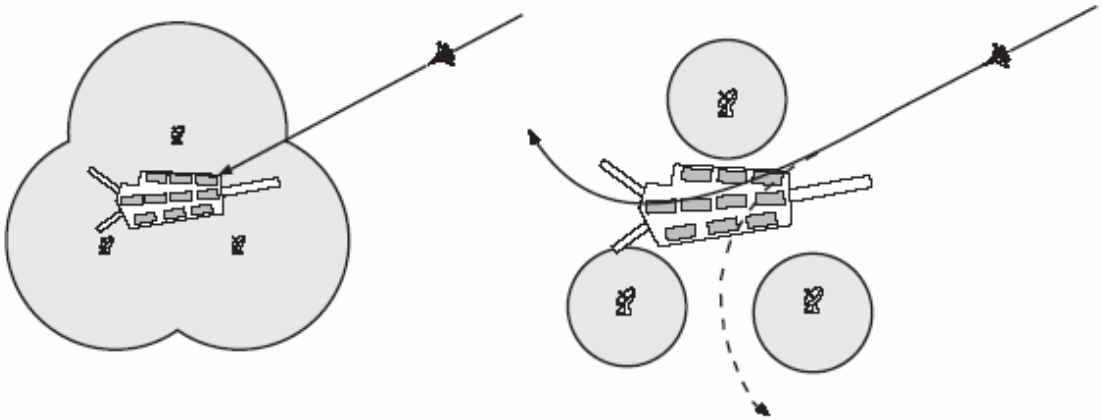
Los aviones pilotables en el simulador no son demasiado sigilosos. El piloto, por tanto, debe utilizar las tácticas para disimular su presencia ante el enemigo. Quizás la manera más efectiva para evitar que el enemigo te dispare es disparar tu primero. Esto implica detectar a los malos enseguida, acercarse con discreción, disparar primero y salir pitando. Si lanzas un misil antirradar del tipo "lanzar y olvidar", el SAM al que has disparado se verá obligado a apagar su propio radar si quiere tener alguna posibilidad de supervivencia. En ataque aire-tierra, conviene que las fuerzas de ataque vayan acompañadas de una escolta de dos o más aviones equipados para atacar las defensas aéreas enemigas y puestos de radar.

10.6.3 Vuelo a baja cota



Esta aproximación de fuerza bruta puede no ser siempre posible. Puede no haber suficientes aviones disponibles o el enemigo puede haber aniquilado tus radares de control. En este caso, utilizar el terreno como refugio puede ser tu mejor opción. Los pilotos vuelan muy bajo (en algunos casos tan bajo como a 30 m del suelo), utilizando montes, montañas y otras características del terreno para no ser vistos. Todos los sistemas tácticos de detección utilizan la vista directa entre el sensor y el blanco. Los sistemas de detección y seguimiento de radar, láser,

ópticos e IR no pueden penetrar en los montes o en otros obstáculos similares. Estos vuelos a ras de suelo son muy efectivos, pero también muy peligrosos. A gran velocidad y baja altitud, el más mínimo error puede causar un accidente inmediato. Además, las unidades AA suelen estar colocadas para proteger precisamente las rutas de acceso de baja cota a los blancos de gran valor, lo cual aumenta aún más el peligro de dichos vuelos. Este tipo de táctica no servirá contra los modernos seguimientos con radares AWACS, pero te librarán de gran



Al volar alto (izquierda) las posibilidades de ser detectado son mayores que al volar bajo (derecha)

parte del riesgo de AA y de SAM.

10.6.4 Medidas contra la AAA

Los sistemas AAA generalmente no pueden disparar a blancos que se encuentran a más de 1.500 m por encima de ellos. Eso no quiere decir necesariamente que volar a 1.501 m sobre el nivel del mar te proteja de la AAA. El enemigo colocará muchas veces la AAA en las cimas o en las crestas de los montes, lo cual aumenta su altura efectiva. En general, la mejor manera de evitar la AAA es pasar por encima de la envolvente. Sin embargo, dentro de su envolvente de combate la AAA es moral. Si de repente te ves envuelto en disparos de AAA, recuerda:

1. Sé imprevisible. Cualquier maniobra errática que puedas hacer ayudará a descontrolar a los ordenadores de tiro de la AAA.
2. No malgastes energía. Cada vez que tires de la palanca para maniobrar gastas energía y velocidad. Sigue volando en zigzag, pero no reduzcas velocidad.
3. No vueles en círculo. Haz giros imprevistos y erráticos. Hagas lo que hagas sigue volando con un rumbo que te aleje de la AAA. No vueles en círculos encima de los cañones.

Si estás cerca del límite de efectividad de los cañones quizás puedas encender los post-quemadores y salir del peligro hacia arriba. Esto, sin embargo, tiene dos problemas. Primero, mientras subes serás un precioso y fácil blanco. Segundo, al aumentar la altitud, aumentarás la posibilidad de ser detectado por otras defensas aéreas u otros objetivos.

10.7 EVADIR MISILES

Los misiles son duros rivales. En general, son entre 2 y 3 veces más rápidos que tu y pueden aguantar entre 3 y 4 veces más Gs que tú, y encima son pequeños y difíciles de seguir con la vista. Tener éxito en evadir un misil depende de muchos factores, por ejemplo, lo rápido que detectes el misil y a cuanta profundidad te encuentras en la envolvente del misil. Según las circunstancias, puedes elegir entre varias maniobras de evasión. Si eliges la maniobra equivocada, el misil te seguirá literalmente hasta el final de tu vida simulada.

En capítulos anteriores hemos hablado de la envolvente del misil aire-aire y cómo los factores como la distancia, la velocidad, la altitud del blanco y del lanzador afectan a esa envolvente. Afortunadamente (para el blanco), los misiles tienen que ceñirse a las mismas leyes de la física que los aviones a los que persiguen. Es decir, que aunque tengan mucha más potencia disponible que los aviones, pierden velocidad en los giros igual que los aviones, y la velocidad de giro y el radio de giro dependen del estado general de la energía del misil. El truco para batir a los misiles, por tanto, es conseguir que se quede sin energía antes de alcanzarte.

10.7.1 Advertencias de lanzamiento

Las advertencias de lanzamiento provienen de varias fuentes. En algunas circunstancias, un punto podría ver el lanzamiento y dar aviso por radio. En algunos casos, tu receptor de avisos de radar (RWR) podría indicar que el enemigo te está siguiendo. En la mayor parte de los casos, sin embargo, la mejor indicación de que viene un misil hacia ti es la detección visual. Cuando estés en territorio hostil, debes de vigilar constantemente la zona de tu alrededor, buscando rastros de nubes de humo (que indican un lanzamiento) o las largas estelas de humo que llevan los misiles detrás mientras esté encendido el motor. Recuerda que debes vigilar el terreno además del cielo, ya que estas indicaciones visuales sirven para detectar el lanzamiento de un SAM, además del misil aire-aire.

10.7.2 Conocer es poder

Tu primer arma es el conocimiento, conocimiento sobre las capacidades de tu enemigo y su ubicación. Por ejemplo, supongamos que el alcance de un AMRAAM americano es de 45 Km. a 5.000 m de altitud. Has llevado a cabo un detallado reconocimiento de radar de la zona que queda delante de tu avión y estás seguro de que los únicos blancos son un par de F-15 que están a una distancia de 40 Km. De repente, ves las estelas de humo que delatan a unos misiles que vienen hacia ti. Puesto que sabes que esos misiles han debido ser lanzados cerca de su alcance máximo, probablemente puedas dejarlos atrás. Ponte a la velocidad de escape, vira 180º, descárgate a 1G y acelera en dirección contraria picando a 30-45º con el post-quemador a tope.

El éxito depende principalmente de la velocidad con la que el blanco puede virar (un caza limpio quizás llegue a virar a 9G, uno muy cargado a 5G) y lo rápido que pueda acelerar después de dicho viraje. Si recibes el aviso del lanzamiento con suficiente antelación, tienes posibilidades de dejar el misil atrás. Si lo ves tarde o el enemigo espera a que estés en el centro de la envolvente antes de disparar, este método probablemente no sirva.

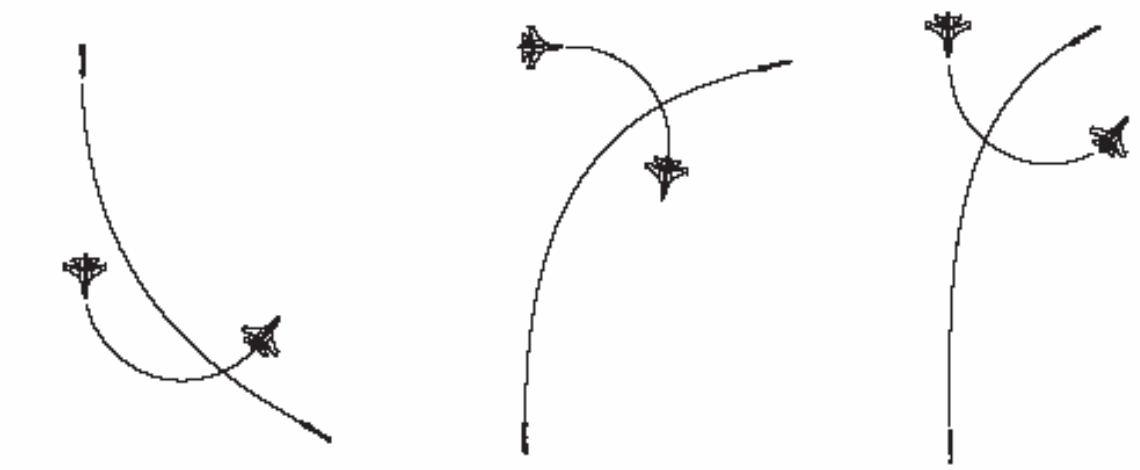
10.7.3 Combatir misiles con el aspecto

La mayoría de los misiles modernos vuelan por delante en vez de hacer persecuciones puras por detrás del blanco. Eso quiere decir que cada vez que el blanco cambia de rumbo, el misil también lo hace. Un misil de persecución adelantada intentará mantener un ángulo de ventaja constante camino del blanco y parecerá que se queda quieto en tu parabrisas en relación con el horizonte. Un misil de persecución pura dará la impresión de que viene directo hacia ti, pero su posición irá cayendo hacia la parte de atrás de tu avión. En general, si el misil parece estar en una posición relativamente constante mientras se va haciendo más grande, es que está teniendo éxito siguiendo a tu avión. Si el misil parece que se mueve muy rápidamente por delante de tu cabina, probablemente no te alcance (o vaya detrás de otro blanco).

> Si el misil tiene aspecto de estar estacionario sobre tu carlinga mientras se hace cada vez más grande, probablemente esté en un rumbo de interceptación. Si se mueve rápidamente por el cristal, probablemente no te alcance.

Puesto que los misiles, al igual que los aviones, necesitan energía para sus maniobras y pierden velocidad al maniobrar, tienes que conseguir que el misil

maniobre al máximo. Cuanto más maniobres, más trabajo tendrá que hacer el misil y más energía perderá mientras intente ajustarse a tus maniobras. Esto obligará al misil a volar en una ruta curva hasta el objetivo, perdiendo velocidad y energía por el camino.



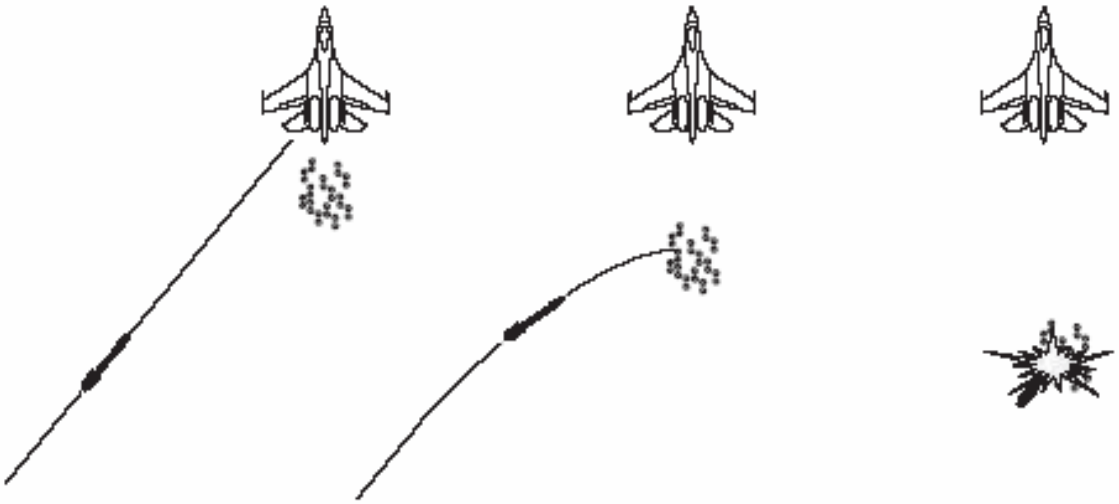
Comienza haciendo un “beaming” del blanco, es decir, coger una velocidad de escape y girar hacia el misil para colocarlo exactamente 90º en relación a tu rumbo (a la derecha o a la izquierda). Una vez que tengas al misil directamente en el eje 3/9, coge la suficiente carga G como para mantenerlo ahí. Este misil tiene un campo de visión limitado, como si fuese el haz de una linterna. Si haces un viraje continuo de 9G en el centro de dicho haz, la “linterna” volará hacia tu avión y luego te hará un agujero en el fuselaje.

Esto quiere decir que te interesa volar hacia el borde del haz, también conocido como límite de giro, moviéndote lo más deprisa posible a través del campo de visión del misil. Al ir hacia el borde de su campo de visión, obligas al misil a hacer grandes maniobras de corrección de rumbo. En el mejor de los casos quizás logres salir de su campo de visión. En el peor de los casos, harás perder al misil la mayor cantidad posible de energía. Si mantienes al misil en la línea 3/9 también tendrás los gases calientes del motor apuntando en dirección contraria al buscador IR del misil (en caso de ser de este tipo). La maniobra de “beaming” también causa problemas a los sistemas de radar doppler, aunque siempre debes recordar que estas haciendo “beaming” sobre el misil y no sobre su plataforma de lanzamiento.

Al igual que el haz de la linterna que se mencionó más arriba, el campo de visión del misil se abre cuanta mayor sea la distancia. Por lo tanto, a gran distancia cogerás los Gs mínimos. Al acercarse el misil, aumenta la carga G en la medida que sea necesaria para mantener al misil estacionario en la línea 3/9. Si el misil parece que se mueve hacia tu morro, estás cogiendo demasiadas Gs y estás entrando en el campo de visión del misil.

> Si el misil no corrige continuamente el rumbo cuando empieces el "beaming", probablemente es que vaya detrás de otro avión.

Asegúrate de lanzar bengalas y señuelos mientras haces el giro, sobre todo cuando el misil se acerca. Si lo haces demasiado pronto, el misil no se dejará engañar. Cada pulsación de la tecla Q soltará una unidad de señuelos (efectivo contra misiles guiados por radar) y dos bengalas (efectivas contra misiles IR). El sistema lanza ambos porque el piloto rara vez puede saber el tipo del misil que se acerca. Esto señuelos pueden convertirse en el blanco más atractivo en el centro del campo de visión del buscador. El misil puede girar hacia ellos, lo cual te permitirá salir de su campo de visión. Los misiles modernos, sin embargo, son bastante listos y suelen poder diferenciar entre un paquete de señuelos en rápida deceleración y tu avión.



Seguir un rumbo estable y luego hacer un fuerte giro en el último segundo antes del impacto del misil probablemente no funcione. Cuando el misil se de cuenta de que está a punto de pasar de largo explotará y, dependiendo del radio de la explosión, dañará seriamente tu avión. Es mejor hacer que el misil trabaje durante todo su recorrido y tenga que esquivar varios paquetes de bengalas y señuelos.

> No vueles hacia tu propio señuelo. Aunque el señuelo flota y se mueve, queda relativamente estacionario, comparado con la velocidad de tu avión. Si sigues girando después de soltar los señuelos, acabarás completando un círculo hasta llegar de nuevo a los señuelos. Puesto que estás intentando engañar al misil, debes conseguir la mayor separación posible entre el señuelo y tu avión. Además, después de soltar bengalas debes, si puedes,

apagar el post-quemador. Esto hará que la bengala parezca aún más brillante y sea un mejor blanco que tu avión.

10.7.4 Perturbaciones

Las perturbaciones por Contramedidas Electrónicas (ECM) están diseñadas para confundir a los misiles que se acercan al presentarles información radar falsa. La perturbación intenta trasmitir señales en la frecuencia apropiada con tanta potencia que enmascaran los reflejos habituales de radar del blanco. Si la fuente de radar se acerca lo suficiente al blanco, acabará alcanzando una distancia en la cual la energía reflejada por el blanco será más fuerte que las señales falsas enviadas por su equipo de ECM.

El equipo ECM no consigue que el misil se marche a toda velocidad en la dirección contraria. Lo que suele conseguir es aumentar la distancia entre el misil y el blanco cuando el misil explota. Al enviar falsas señales, el equipo ECM puede hacer creer al misil que se encuentra más cerca de lo que realmente está. Al manipular la frecuencia con falsas señales, crea unos ecos doppler que confunden aún más al misil.

Vemos por lo tanto, que el equipo de ECM debe estar afinado para la amenaza concreta que nos acecha. Emitir con gran potencia en todo el espectro es complicado, por lo tanto, el equipo de perturbación suele estar configurado para eliminar las amenazas más probables en una misión concreta. Por tanto, el éxito en la perturbación depende de la existencia de un equipo de captación de inteligencia, para asegurarse de que el equipo funciona en las bandas de frecuencia adecuadas. Deben usarse varios perturbadores si se prevé que haya varios tipos de amenaza.

Perturbar tiene un serio problema, anuncia tu presencia a todo el mundo que esté en varias millas alrededor. Imagínate que alguien se pone a gritar locamente durante una reunión de negocios. El fuerte ruido impide que los demás se comuniquen, pero también atrae la atención hacia el que grita. De igual modo, la perturbación puede que detenga la amenaza más inmediata, pero llama la atención.

Todos los cazas pilotables en LOMAC tienen la posibilidad de llevar un equipo ECM, que le proporciona defensa contra los radares tanto aéreos como terrestres. Los perturbadores ECM son pods que se sitúan generalmente bajo las alas del avión, aunque cazas como el F-15 lo llevan incorporado dentro. Los sistemas ECM pueden detectar y reconocer las fuentes de iluminación y perturbar esa frecuencia. Si el radar enemigo se desactiva, el sistema deja automáticamente de perturbar.

10.7.5 Todos los sistemas

En general, no hay ningún único sistema (maniobras, señuelos y perturbación) que sea suficiente para engañar a un misil en el 100% de los casos. La correcta combinación de las maniobras con unos señuelos lanzados en el momento adecuado en un entorno perturbado presenta, sin embargo, un formidable obstáculo para los misiles que se acercan. La clave para la supervivencia, no obstante, es la pronta detección de los misiles enemigos. Cuanto antes veas un misil, más tiempo tendrás para derrotarlo.

10.8 TÁCTICAS AIRE-AIRE

Aviones como el Su-27 y el F-15 fueron construidos para ser cazas de superioridad aérea. El principal objetivo de los combates aire-aire suele ser que la situación no llegue a convertirse en una persecución de corto alcance. El objetivo es atacar a los aviones enemigos a gran distancia antes de que dicho enemigo pueda contraatacar. En una situación ideal, el avión enemigo quedará destruido, pero con obligarles a abortar la misión suele ser suficiente. En términos militares, este resultado suele clasificarse como una “mision kill”.

10.8.1 Buscar blancos

Los interceptores aéreos tienen radares muy poderosos que pueden proporcionar en algunos casos información sobre el seguimiento de proyectiles contra varios blancos a la vez. En una situación ideal, las misiones de largo alcance aire-aire deben de contar con el apoyo de los AWACS. Con la información del AWACS enviada directamente por radio-enlace a los interceptores, los aviones enemigos se mostrarán en el MFD aunque tengan el radar desactivado. Mantener dicho radar desactivado reduce las posibilidades de ser detectado por aviones enemigos (recuerda que los aviones enemigos pueden detectar tus transmisiones de radar a una distancia dos veces mayor a la que tu radar puede detectar ese avión). Utiliza la información del AWACS (o de cualquier otra fuente) para atrapar o emboscar al enemigo.

Si no hay AWACS disponible, entonces los aviones que tienen que llevar a cabo la misión deben hacer su propia búsqueda. Teniendo en cuenta la limitación del cono de exploración, los jefes de vuelo deben dar órdenes de colocarse en una formación que permita búsquedas efectivas de grandes zonas. Dos aviones que vuelan el uno cerca del otro se limitan mutuamente. La separación horizontal permite a dos aviones buscar en una zona más amplia y la separación vertical una zona de mayor profundidad.

La separación vertical y horizontal también complica la capacidad del enemigo para seguir y detectar aviones enemigos. Los radares de búsqueda en los cazas también tienen conos de exploración limitados. Un gran espaciado puede suponer que alguno de los aviones quede fuera del cono de exploración enemigo. Además, el avión podrá maniobrar libremente mientras que el enemigo se concentra en el avión detectado. El segundo avión puede maniobrar y atacar al enemigo por los flancos o por detrás mientras que el primer avión atrae a los aviones enemigos hacia la trampa.

Cuando tienes que llevar a cabo tus propias búsquedas de gran alcance, recuerda que la huella de radar (RCS) del blanco determinará la distancia a la cual el radar podrá detectarlo. Será posible detectar grandes bombarderos desde mucho más lejos que a cazas. Además, el enmascaramiento con el terreno suele ayudar también a ocultar blancos. En consecuencia, los blancos que se encuentren en cotas bajas no suelen ser detectables a gran distancia.

10.8.2 Maniobras

Aunque el objetivo de cualquier interceptor es combatir con misiles de largo alcance y escapar indemnes, siempre habrá combates de proximidad (dogfights).

> El combate aéreo no es una partida de ajedrez. Los pilotos no utilizan maniobras concretas para contrarrestar movimientos enemigos. El combate aéreo es un entorno dinámico, fluido y en constante cambio. En vez de pensar "éste ha hecho una S partida, pues yo haré un yo-yo", los pilotos piensan hacia donde deben apuntar sus aviones para poder utilizar sus armas. Luego hacen las maniobras apropiadas para ajustar su vector de elevación y lograr colocar a su avión en posición de disparo.

El giro de rotura

La maniobra defensiva más básica es el giro de rotura. En este caso, el piloto gira hacia el avión enemigo para aumentar el aspecto angular y fastidiar la posibilidad de tiro del rival. En general, un giro de rotura implica un giro de máxima potencia, utilizando todos los Gs instantáneos disponibles.

Como atacante, si el blanco ejecuta un giro de rotura defensivo, tendrás que hacer un yo-yo alto para evitar pasar de largo.

El yo-yo alto

El yo-yo alto utiliza un movimiento relativamente rápido para sacar al avión de su plano actual de movimiento, bien para reducir la velocidad de acercamiento o para reducir el aspecto angular en relación al blanco. El yo-yo alto se hace alabeando por detrás y por encima del blanco, quedándose un momento detrás de la senda de vuelo del blanco y luego volviendo a alabear hacia el blanco y picando hacia él. El yo-yo suele aumentar la distancia con el blanco, pero reduce el aspecto angular, lo cual depara una oportunidad de disparo. El tiempo transcurrido entre que alabeas en dirección contraria al blanco hasta que vuelves a girar hacia él determina el "tamaño" del yo-yo. En general, es mejor ejecutar una serie de pequeños yo-yos para ir reduciendo el problema del ángulo, que efectuar una sola gran maniobra.

Si te encuentras con un rival que efectúa un gran yo-yo por detrás de ti para conseguir una posición de disparo, vigila con atención el morro de su avión. Que tú te alejes de él le resuelve la velocidad de acercamiento o su aspecto angular. En cuanto su morro deja de estar apuntando hacia ti, reduce tu giro y acelera, lo cual aumentará tu energía. En cuanto el enemigo vuelva a dirigir su morro hacia ti, aumenta el giro y tu carga G. Conserva tu energía cuando no dirija su morro hacia ti y gástala cuando lo haga.

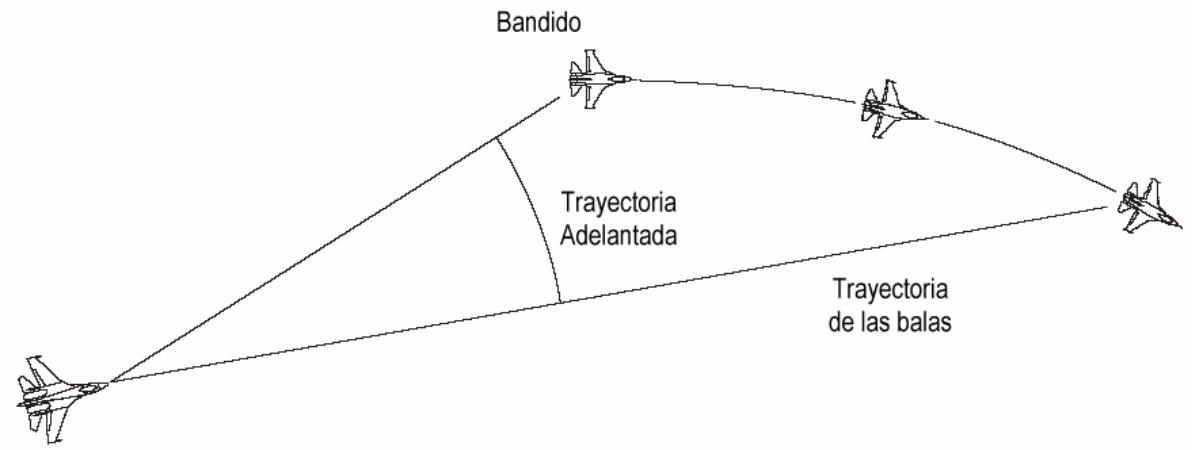
10.8.3 Cañón aéreo

Disparar un cañón desde una plataforma en movimiento e intentar alcanzar a otra plataforma en movimiento que ejecuta acciones evasivas es una tarea harto complicada. Lo primero, es que las balas necesitan un tiempo concreto para salir del cañón y cubrir la distancia hacia el blanco: cuanto más lejos esté el blanco, más tiempo necesita cada proyectil para alcanzarlo. Durante ese tiempo de vuelo, el blanco probablemente llevará a cabo alguna maniobra defensiva; lo más probable es que no esté en la senda de vuelo del proyectil cuando dicho proyectil llegue a su destino. Con lo cual, el que dispara tiene que "dirigir" el blanco: averiguar dónde se encontrará cuando lleguen los proyectiles y disparar a ese lugar con la esperanza de que el avión enemigo vuele precisamente hacia ese punto. Entretanto, la gravedad tira de los proyectiles hacia el suelo. Cuanto más lejos se tenga que disparar el proyectil y cuanto más lenta sea su velocidad, mayor será la caída. El que dispara deberá tener esto en cuenta también al hacer los cálculos del "direccionamiento".

Al mismo tiempo, el que dispara también se mueve. Puesto que está persiguiendo al blanco, lo más probable es que esté volando en una senda curvada. Esto implica que su "chorro" de proyectiles parece que se aleja de la curva, dado que las balas siguen en línea recta. Si todo sale como está previsto, el que dispara apunta por

delante del blanco y podrá ver como las balas parecen dibujar una curva en su camino hacia el blanco.

Según este escenario, podemos ver que la distancia hasta el blanco es probablemente el aspecto más importante del disparo aéreo. Cuanto más lejos esté, más tiempo de vuelo necesitan las balas. Lo cual quiere decir que el que dispara tendrá que disparar más lejos por delante del blanco y tener más en cuenta la caída debida a la gravedad. Como descubrieron la mayoría de los pilotos de la Segunda Guerra Mundial (que no tuvieron la posibilidad de librarse de un



misil guiado), lo mejor es no disparar hasta que el avión enemigo llene tu campo de visión. Cuanto más cerca estés, más probabilidades de darle a algo. El arte de los disparos a distancia aumenta de dificultad cuanta mayor sea la distancia del blanco.

> Los disparos aéreos pueden resumirse en tres pasos:

1. Colocar las alas igual que las del blanco.

2. Calcular el direccionamiento.

3. Disparar.

Disparos premeditados y disparos de oportunidad

Los disparos premeditados son aquellos que implican una aproximación relativamente lenta al blanco, conseguir una posición de disparo estable y disparar. El disparo de oportunidad, por otro lado, se refiere a ese breve momento en el cual un avión enemigo se cruza de repente (y quizás inesperadamente) por delante de tu morro. Tienes sólo unos instantes para reaccionar, pero una breve ráfaga de disparos probablemente llegue a su blanco si se efectúa a tiempo.

Mientras que los disparos de oportunidad dependen principalmente de tus reflejos, los disparos premeditados necesitan más tacto. Sobre todo, generalmente tendrás que estar en el mismo plano de movimiento que el blanco. Este queda fijado por dos vectores: la velocidad hacia delante (eje longitudinal) y el vector de sustentación (perpendicular a las alas). Aunque un buen tirador a distancia, sobre todo si está equipado con modernos HUD y apoyos de disparo, puede conseguir el direccionamiento apropiado, efectuar maniobras de acercamiento hacia el blanco aumentará considerablemente las posibilidades de alcanzarle.

¿Cómo se mete uno en el plano de movimiento del blanco? Colocando las alas en la misma posición que las del blanco. Es posible conseguir un disparo con altas posibilidades de impacto si maniobras por detrás del enemigo, colocas tus alas con el mismo ángulo de alabeo que el rival y luego buscas un direccionamiento suficiente según la distancia al blanco. Cuando se ejecuta correctamente, el blanco debe entrar directamente en el “chorro” de tus trazadoras.

USO DE LAS ARMAS

Cada avión tiene sus propios procedimientos para el empleo de armas, consecuencia de las diferentes filosofías de diseño del bloque oriental y occidental. El siguiente capítulo describe los procedimientos básicos para la adquisición de objetivos y el lanzamiento de los diferentes tipos de armas. Los detalles sobre las operaciones con el radar y las características del armamento se describen en los capítulos **Sensores**, **HUD** y **Armamento**.

Después de seleccionar el arma deseada, todos los métodos de lanzamiento se resumen en tres pasos:

1. Detectar el objetivo.
2. Fijarlo
3. Dispararle

11.1 F-15C

11.1.1 Uso del AIM-120 AMRAAM

1. Busca los objetivos usando el radar en modo RWS o TWS.
2. Si usas el RWS, cambia el radar a modo STT designando el objetivo. Si usas el modo TWS, puedes designar hasta un máximo de o objetivos simultáneamente. Para combate cercano selecciona el modo FLOOD.
3. Fíjate en las marcas del HUD y del MFD (el modo FLOOD no muestra marca alguna). Cuando estés en rango dispara.

> El radar debe tener al objetivo fijado en modo STT o marcado en el TWS antes de disparar el AIM-120.

11.1.2 Uso del AIM-7 Sparrow

1. Busca objetivos usando el radar en modo RWS o TWS.
2. Si usas el RWS, cambia el radar a modo STT designando el objetivo. Si usas el modo TWS, puedes designar hasta un máximo de o objetivos simultáneamente. Para combate cercano selecciona el modo FLOOD.
3. Fíjate en las marcas del HUD y del MFD (el modo FLOOD no muestra marca alguna). Cuando estés en rango dispara.

> El radar debe tener al objetivo fijado en modo STT o dentro del patrón FLOOD antes de disparar el AIM-7.

11.1.3 Uso del AIM-9 Sidewinder

1. Busca objetivos usando el radar en modo RWS, TWS, exploración vertical, boresight u HOJ.
2. Si usas el RWS, cambia el radar a modo STT designando el objetivo. Si usas el modo TWS, puedes designar hasta un máximo de o objetivos simultáneamente. Para combate cercano libera el rastreador del misil y déjale que busque el blanco.
3. Si usas el radar fíjate en las marcas del HUD o del MFD. Si usas el rastreador del misil, espera a escuchar el tono de adquisición. Cuando estés en rango dispara.

> El radar debe tener fijado el blanco en modo STT o el rastreador debe dar el tono de adquisición antes de disparar el AIM-9.

11.1.4 Uso del cañón de 20 mm

1. Busca objetivos usando el radar en modo RWS, TWS, exploración vertical, boresight, HOJ o auto adquisición.
2. Si usas el RWS, cambia el radar a modo STT designando el objetivo. Si usas el modo TWS, desígnalo dos veces para pasar a modo STT.
3. Sitúa el punto de mira sobre el objetivo y dispara cuando estés en rango.

> También puedes disparar a ojo, sin tener el blanco fijado en el radar.

11.2 A-10A

El A-10A no dispone de radar, así que la detección se debe hacer en visual o utilizando los sensores de las armas.

11.2.1 Uso del AIM-9 Sidewinder

1. Busca visualmente el objetivo
2. Libera el rastreador del AIM-9 y escucha el tono.
3. Cuando escuches un tono agudo, dispara.

> El rastreador del misil debe adquirir el objetivo antes de lanzar el AIM-9.

11.2.2 Uso de las bombas Mk82, Mk84 y Mk20 Rockeye

1. Busca visualmente el objetivo
2. Sitúa el punto CCIP sobre el objetivo y vuela recto y nivelado hacia él.
3. Lanza las bombas cuando el punto de mira esté sobre el objetivo.

> Debes estabilizar el avión antes de soltar las bombas, cualquier desviación hará que las bombas fallen.

11.2.3 Uso de cohetes

1. Busca visualmente el objetivo
2. Sitúa el punto de mira de los cohetes sobre el objetivo y vuela recto y nivelado hacia él.
3. Lánzalos cuando estés en rango.

> Debes estabilizar el avión antes de disparar los cohetes, cualquier desviación hará que fallen.

11.2.4 Uso de misiles aire-tierra (AGM-65B/K)

1. Busca visualmente el objetivo
2. Sitúa el punto buscador del Maverick sobre el objetivo y márcalo.
3. Espera a que la cruceta indique una solución de disparo válida.
4. Dispara el misil

> El buscador del Maverick debe estar fijado en el objetivo antes de ser disparado.

11.2.5 Uso del cañón de 30 mm

1. Busca visualmente el objetivo
2. Sitúa el punto de mira sobre el objetivo y vuela recto y nivelado hacia él.
3. Dispara cuando estés en rango.

> Debes estabilizar el avión antes de disparar para que las balas no se desvíen.

11.3 MIG-29A, MIG29S, SU-27 Y SU-33

Todos estos aviones comparten los mismos procedimientos de lanzamiento de misiles aire-aire.

11.3.1 Uso de misiles aire-aire

1. Para búsquedas a larga distancia, activa el radar o el EOS. Usa el modo BVR. Cuando los objetivos estén en rango cambia a modo TWS. También puedes emplear el modo BVR con información del AWACS. Para búsquedas de corto alcance, usa el radar o el EOS en modo de exploración vertical o HMTD.
2. Pasa a modo STT fijando el objetivo. Si el radar o el EOS no están operativos puedes usar el rastreador del misil.

3. Cuando el símbolo de autorización de disparo aparezca, dispara. Si estás demasiado cerca aparecerá el símbolo de no disparar. Si el objetivo es aliado te aparecerá la información pertinente en el MFD.

> Debes tener fijado el objetivo y la marca de lanzamiento autorizado debe estar en el HUD antes de disparar un misil A-A.

11.3.2 Uso de bombas no guiadas (MiG-29A/S, Su-33)

1. Busca los objetivos en visual o con el radar aire-tierra.
2. Si estás usando el radar, mueve el designador de objetivos sobre el blanco y fíjalo. Maniobra el avión de forma que el punto CCIP coincida con el diamante que aparece en el HUD.
3. Mantén el avión recto y nivelado y dispara cuando aparezca la autorización del lanzamiento.

> Espera a la autorización de lanzamiento antes de disparar. Debes volar recto y nivelado para que las bombas no se desvíen.

11.3.3 Uso de misiles A-G y Antibuque (MiG-29A/S y Su-33)

1. Busca los objetivos con el radar aire-tierra.
2. Mueve el cono de exploración sobre el objetivo y presiona la tecla Tab. Mueve el sensor del arma sobre el blanco. Coloca el designador de objetivos sobre el objetivo y fíjalo presionando la tecla Tab.
3. Cuando tengas la autorización de lanzamiento, dispara. Si el símbolo de seguimiento parpadea, el misil necesitará que lo guíes con el radar de a bordo. No rompas el seguimiento mientras el símbolo parpadea o perderás el misil.

> Espera a la autorización de lanzamiento antes de disparar. No rompas el seguimiento del blanco mientras el símbolo parpadee.

11.3.4 Uso de cohetes (MiG-29A/S, Su-33)

1. Busca visualmente o con el radar el objetivo.
2. Sitúa el punto de mira de los cohetes sobre el objetivo y vuela recto y nivelado hacia él.
3. Cuando obtengas la autorización de disparo, lánzalos.

> Debes estabilizar el avión antes de disparar los cohetes, cualquier desviación hará que fallen.

11.4 SU-25

11.4.1 Uso del misil aire-aire R-60

1. Activa el modo aire-aire.
2. Activa el telémetro láser.
3. Sitúa el punto de mira sobre el objetivo y presiona la tecla de designación de blanco.
4. Si el punto de mira sigue el objetivo entonces el R-60 está fijado.
5. Lanza el misil.

11.4.2 Uso de cohetes

1. Activa el modo aire-tierra.
2. Selecciona los cohetes.
3. Activa el telémetro láser.
4. Sitúa el avión en senda descendente hacia el objetivo.
5. Cuando el punto de mira este sobre el objetivo, dispara.

11.4.3 Uso de bombas

1. Activa el modo aire-tierra.

2. Selecciona las bombas.
3. Activa el telémetro láser.
4. Sitúa el avión en senda descendente de 30 a 60 grados hacia el objetivo.
5. Si el punto de mira sigue al objetivo, dispara.

11.4.4 Uso de misiles anti-radar

1. Activa el modo aire-tierra.
2. Selecciona el misil anti-radar.
3. Activa el telémetro láser.
4. Vuela hacia la fuente emisora.
5. Cuando estés en rango, dispara.

11.4.5 Uso de misiles guiados

1. Activa el modo aire-tierra.
2. Selecciona el misil.
3. Activa el telémetro láser.
4. Vuela hacia el objetivo.
5. Sitúa el punto de mira sobre el objetivo y fíjalo.
6. Ajusta el punto de mira antes o después del lanzamiento para obtener mayor precisión sobre el punto de impacto.

COPYRIGHT

Este manual es gratuito y de libre distribución. No está permitida su venta sin el consentimiento expreso de los propietarios de los derechos de autor de *LockOn*. Tampoco esta permitida la modificación, parcial o total, de este documento sin la autorización explícita de sus creadores.

CRÉDITOS

Manual original de *Lock On: Modern Air Combat* traducido al español por (en orden alfabético):

- **Calvorota**
- **Cucaking**
- **Doppler**
- **FFrodo**
- **Fox**
- **Jaker**
- **Lord_Jesusov**
- **Kalael**
- **Lam**
- **Lino**
- **Madtxema**
- **Mac**
- **McMardigan**
- **Mirage**
- **Phoenix**
- **Pilo**
- **Prisi**
- **Riojano**
- **Skorp**
- **Virus**

con la autorización por escrito de Matt Wagner, Productor Ejecutivo de *LockOn* de fecha 4 de Septiembre de 2003.